TRATTATO DI COSTRUZIONE DETTATO SECONDO LE NORME DEL PROGRAMMA...

TRATTATO DI COSTRUZIONE

DETTATO

SECONDO LE NORME DEL PROGRAMMA GOVERNATIVO

con una Appendice contenente

la RELAZIONE, i TIPI, il COMPUTO METRICO,
l'ANALISI DEI PREZZI, la STIMA e il CAPITOLATO D'APPALTO

d'una Casa Civile

DA

FRANCESCO NONNIS-MARZANO

PROFESSORE DI COSTRUZIONE
MECCANICA APPLICATA E GEOMETRIA DESCRITTIVA
NEL R. ISTITUTO TECNICO DI FORLÌ

OPERA

DEDICATA A SUA ECCELLENZA IL COMMENDATORE

STEFANO CASTAGNOLA

MINISTRO D'AGRICOLTURA, INDUSTRIA E COMMERCIO

Parte II.ª

FIRENZE,
STABILIMENTO TIPOGRAFICO CIVELLI
1871

LIBRO QUARTO.

Lavori in muratura e fondazioni.

Capitolo I.

530. La muratura è un'opera di costruzione fatta ordinariamente con pietre naturali od artefatte, di forme e dimensioni più o meno regolari, e legate fra loro con malta di calce o cemento, oppure collocate a secco le une sulle altre, allo scopo sempre di formare con massi parziali, un unico masso, di solidità per quanto più si possa eguale a quella che il masso medesimo s'avrebbe, ove fosse tutto d'un blocco.

531. Distinzione della muratura. — A parte la primissima distinzione della muratura in pietra con malta, a pietra a secco, e sulla quale ultima non mi fermo punto, limitandomi a ricordare quanto dissi già in proposito ai muri a secco nel libro precedente, a precisamente ai rivestimenti degli sterri e rinterri, la muratura distinguesi ancora, e per riguardo alla qualità delle pietre, se naturali cioè o artificiali, e per riguardo alla sua destinazione, se per fondazioni cioè di qualsiasi opera d'arte, se per muri di case, o di cinta, se infine per sostenere il peso e la spinta di parti soprastanti o di materie retrostanti, come piedritti, vòlte, muri di sostegno ecc.

532. Muratura in pietre naturali. — Con dimensioni più o meno grandi e quasi favolose, chè tuttora si ricordano massi di 60 e 65 m. c., gli antichi si valevano delle pietre naturali per costruire la maggior parte di quei monumenti, che ne attestano sempre la grandezza loro nell'arte del costrurre. E come allora, pur di presente si distingue questa sorta di muratura: 1° in *muratura in pietra da taglio* o *d'apparecchio*, se essa si compone di pietre ridotte a scalpello in forme determinate, e tali da poter esser sovraposte le une alle oltre con un certo ordine, e sostenersi scambievolmente senza bisogno alcuno di malta o cemento, formando sempre un sol masso solido e resistente di forma e dimensioni prestabilite; 2° in muratura ad *opera incerta*, se le pietre vengono adoperate con una correzione sullo forma primitiva che esse avevano all'uscita dalla cava, per così meglio agevolare il perfetto contatto con tutte le pietre che le circondano; 3° in *murature di pietrame*, se le pietre sono usate senza nessun apparecchio, e informi quali uscirono dalla cava

o volte, le forme loro variano al variare dell'opera d'arte per cui sono richieste, dal luogo in cui debbono essere collocati, e vengono meglio definiti dalla *stereotomia* a cui rimando il lettore.

537. Disposizione delle pietre. — La disposizione delle pietre si fa per strati orizzontali detti corsi o filari, ciascuno dei quali può essere formato da conci di uguale altezza, o d'altezza variabile regolarmente, oppure da conci di altezza differente. Da ciò la distinzione della disposizione in regolare ed irregolare.

Comunque sia però questa disposizione, la solidità della muratura ne obbliga:

1° a collocare le pietre in modo, che i letti di loro naturale giacitura nelle cave, riescano normali alla direzione della forza comprimente;

2° ad evitare per quanto è possibile che i letti e le commessure delle pietre non siano superficie piane, e che le faccie che sopportano la pressione, applicate le une sulle altre, non si tocchino dapertutto uniformemente;

3° a disporre le pietre in modo, che le commessure verticali di due pietre d'uno stesso filare, o corso orizzontale, corrispondano se non al giusto mezzo delle pietre degli adiacenti corsi, superiore ed inferiore, almeno a delle parti medie di queste pietre;

4° infine ad adoperare conci le cui faccie comprendano angoli diedri retti, o almeno non acuti al disotto di 60°, per evitare così le spinte in vuoto, e le deboli resistenze dei conci componenti un'opera d'arte.

538. Disposizione regolare. — Fra i tipi che codesta disposizione può enumerare, io ricorderò i due principalissimi, e che dal greco s'intitolano tuttora, l'*isodomo* cioè, se ogni corso è formato da conci perfettamente eguali, e le cui commessure verticali cadono nel bel mezzo dei corsi superiore ed inferiore, come mostra la figura 31ª, e la *pseudo-isodomo*, se formata alternativamente da corsi, i di cui conci sono alti per 2/3 dell'altezza dei conci formanti gli altri corsi o filari, come mostra la figura 32ª.

539. Dimensioni dei conci nelle murature a disposizione regolare. — La proporzione delle dimensioni che meglio s'adatta alla maggiore regolarità della disposizione, è quella in cui la lunghezza di ciascun concio, è doppio della larghezza, e questa eguale all'altezza del concio stesso. E a meno che non servano per ricoprire muri di parapetto, nel qual caso possono avere i conci, lunghezza, larghezza e altezza molto differenti, non è lecito scostarsi dalle dimensioni accennate, nè servirsi di pietre più lunghe del doppio della larghezza, e non più che quadruple della loro altezza, massimamente se questa è da m. 0,25 a m. 0,32 per quanto pure la pietra possa essere di durezza considerevole.

540. Disposizione irregolare. — La disposizione delle pietre è irregolare, quando i filari sono tutti di differente altezza, oppure sono formati da conci addentellati in modo l'uno con l'altro, da rendere variabile l'altezza di uno stesso filare. Un esempio di siffatta disposizione, ne lo offre la fig. 33ª.

541. Costruzione delle murature in pietre da taglio. — La costruzione delle murature in pietre da taglio, può procedere con uno dei due seguenti metodi, e cioè, o senza malta o cemento di sorta, come usavano gli antichi, oppure con l'uso di malta a cemento, o come dicesi a bagno di malta.

542. Il primo metodo è stato adoperato con bell'arte dai Romani nella maggior parte delle loro costruzioni, e vi si riesce tuttora, riducendo a pelle piana le faccie dei conci che devono stare a contatto, favorendo il maggior collegamento dei conci stessi, sia colla precisione del contatto, sia a mezzo d'opportuni incastri praticati nei conci, come se fossero a congiungersi fra loro pezzi di legname, sia infine a mezzo di grappe di ferro, o di legno, o di tibie d'animali, in ispecie del bue, introdotte nell'interno delle pietre, e fra le faccie di contatto.

I Romani adoperando questo metodo, usavano spesso di lasciare grezza la superficie di paramento, la quale a muratura compiuta, riducevano a pelle piana a mezzo di scalpello, producendo così tale una superficie unita, causa la perfezione del lavoro, che si perdeva ogni vestigia di corso o commessura verticale o orizzontale, ed appariva un masso unico di dimensioni stragrandi.

Come vedesi, occorrono anzi tutto in questo genere di costruzione, massi di considerevole mole, indi esecuzione esattissima del taglio, e cura massima nella collocazione dei pezzi. Di presente l'elevato valore della mano d'opera, e l'economia nella costruzione consigliano di usare il secondo metodo, quello cioè di interporre uno strato di malta o cemento fra le faccie di giuntura dei conci, le quali, la mercè appunto questo strato di malta, possono lavorarsi senza quella precisione e quella cura, che richiedono maggiore mano d'opera, e assorbono maggiori spese.

543. Il metodo a bagno di malta, si eseguisce livellando prima perfettamente a mezzo del livello a perpendicolo, o a bolla d'aria, il corso o filare già costruito, e sul quale deve riposare un filare novello, provando indi, colla collocazione a posticcio del concio che deve murarsi, se il livello del piano di base è perfetto, e finalmente ponendo il concio medesimo sopra uno strato di malta formato di calce e polvere di marmo, sul quale si avrà cura di batterlo per mezzo di un mazzuolo di legno, affinchè si stabilisca saldamente, e bene si adagi sul sottostante e sul vi-

uno concio. Mano mano che si costruiscono i differenti corsi o filari, si rinzeppano poi tutte le commessure verticali dei conci con malta diluita in 1/5 circa del suo volume di latte di calce, che s'introduce nelle commessure, non più larghe di m. 0,003 o m. 0,006, a mezzo di una stecca dentata di ferro.

344. La muratura in pietra da taglio si può costruire massiccia, oppure, come dicesi, imbottite, o foderate. Dicesi massiccia, quando per tutta la lunghezza e nel mezzo e nelle fronti o paramenti di essa, è costruita con massi o conci eguali. Dicesi imbottite invece, quando si costruiscono con conci lavorati solo le due fronti, o paramenti, o si riempie il vano che rimane nel mezzo, con ghiaia, calce e frantumi di pietre.

Questo secondo genere di muratura, e che dicesi anche a *sacco* o a *cassa*, ha duopo per offrire la maggior solidità, d'avere le così dette *morse*, le quali valgono ad unire una qualunque delle due fronti, o tutte e due, colla muratura del mezzo. Nel primo caso le morse diconsi semplici, nel secondo doppie.

345. Ordigni per il maneggio dei conci nella muratura in pietra da taglio. — La mole considerevole di questi conci, e il peso che essi hanno, e per cui riesce difficile il loro maneggio, obbliga spesso all'impiego di alcuni ordigni che, agevolando il maneggio medesimo, permettano all'operaio di riuscire lo meglio nella prova e nell'assetto definitivo del concio nella designata posizione.

Il più semplice, e il più comune di siffatti ordigni, sebbene sia il meno vantaggioso, consiste nell'avvolgere il concio da una fune, come mostra la figura 34ª, o per suo mezzo, e la mercè una capra o altra consimile macchina, innalzarlo fino all'altezza della sua definitiva posizione. La difficoltà però di poter provare, causa la fune stessa con cui è allacciato, se il concio o pezzo lavorato si adagia perfettamente nel posto designato, e fra il sottostante e gli adiacenti conci, ne consiglia meglio, e massime per le pietre dure, l'uso dell'ordigno così detto *ulivella*, quale lo mostra la figura 35ª. Esso è di ferro, e componesi d'un pezzo centrale A, conformato a coda di rondine nella sua parte inferiore e terminato superiormente da un anello a cui s'allaccia la fune che a mezzo della capra deve inalzare il concio, e di due pezzi laterali a a incurvati a modo da adattarsi perfettamente al pezzo centrale A, con cui si mantengono uniti a mezzo d'un anello pure in ferro, e il quale permette agli stessi pezzi a a il moto longitudinale fino a che l'ulivello non è caricato. Essa poi si carica, introducendo il pezzo centrale A in un foro egualmente praticato a coda di rondine nella faccia superiore del concio, e nel quale si tiene saldo a mezzo dei pezzi a a, che per il peso del concio che s'innalza, si congiungono siffattamente al pezzo centrale A da renderne impossibile ogni disgiunzione.

546. Muratura a opera incerta. — Siffatto genere di muratura non richiede altra cura speciale nella sua costruzione, in fuori di quella di combinare lo meglio possibile il contatto fra le pietre, senza interruzione fra esse, e possibilmente senza interruzione di altri corpi o frantumi della stessa pietra, ma solo appianando e riducendo le faccie dei nuovi conci a quelle particolari forme poligonali, che le adiacenti e sottostanti faccie dei conci già murati, possono presentare. La figura 36ª è un esempio di muratura ad opera incerta.

547. Muratura di pietrame. — La muratura di pietrame, si distingue in muratura di *scogliera*, muratura di *sassi*, e muratura *cementizia*.

548. La *muratura di scogliera*, formata con massi di considerevole mole, è molto vantaggiosamente adoperata nei lavori marittimi.

Essa si costruisce segnando prima in mare, con mezzo di pezzetti di sughero che stanno legati a delle pietre che si mandano al fondo, le linee del perimetro della costruzione da eseguirsi, espurgando poi il fondo su cui deve essa piantarsi, affinchè ne sia maggiore la solidità, e quindi gettando i massi a modo che essi formino come tanti strati, che abbiano nelle sponde una scarpa di 2 di base per 1 di altezza. È consiglio della pratica d'adoperare i pezzi grossi per le sponde, e i più piccoli pel mezzo, e per la base della fondazione, essendo già provato che ad otto in dieci metri circa di profondità, le bufere le più gagliarde non disturbano che di pochissimo la tranquillità delle acque. — Arrivata la scogliera fino a poco più sotto il pelo delle acque, si debbono riempiere gl'interstizi con sassi minuti, lasciando poi il tutto per un buon anno, senza sovrapporvi altra costruzione.

Trascorso questo tempo si costruisce sopra la scogliera, una piattaforma di bitume composto di arena, pozzolana, calce viva e piccoli sassi della grossezza della ghiaia grassa, con un altro strato di pietre di discrete dimensioni, le quali affinchè penetrino entro il bitume, e questo aderisca alle pietre e alla scogliera, si battono con una zappa piatta. Si continua successivamente uno strato di bitume e un altro di pietra fino quasi al pelo dell'acqua, ove livellata per quanto meglio si può la piattaforma, vi si costruisce sopra la muratura in pietra da taglio. La figura 37ª offre un esempio della muratura a scogliera, con sopra la muratura in pietra da taglio.

549. Muratura di sassi. — Quando la mole delle pietre non è più considerevole, la muratura di pietrame dicesi muratura di sassi. Essa non obbliga nella sua struttura a nessuna regolarità nei filari, causa le dimensioni variatissime dei sassi. È necessario però che la muratura, anche con queste pietre, proceda nella costruzione a strati orizzontali, perchè meglio riescano accomodati fra loro i sassi medesimi, e più regolare ne sia l'assettamento.

Affinchè poi ogni sasso non abbia ad assorbire alla malta l'acqua che essa contiene, e che deve perdere senza che sia obbligata ad un intempestivo asciugamento, si usa di bagnare i sassi prima di adoperarli, e di purgarli dalle materie estranee che possono esservi attaccate I sassi poi si collegano colla malta, la quale si pone fra strato e strato delle pietre, formandone il letto per cosi dire del superiore sull'inferiore Siccome poi per l'irregolarità delle forme di queste pietre, rimangono dei vacui fra strato e strato, fra sasso e sasso, essi si riempiono con frantumi di pietra o sassi ben battuti, perchè s'incastrino nel vano, e meglio si colleghino col rimanente della muratura.

Alcune pietre calcari stratiformi, i tufi, le pietre molari, ed altre pietre naturali offrono una buona pietra, a formare con maggior felice risultato questa muratura così detta di sassi.

550 Muratura cementizia — Finalmente allorchè la muratura di pietrame è costrutta con frantumi di pietre e con ciottoli, dicesi muratura cementizia Usitatissima dagli antichi, sia per riempire il vano dei muri così detti imbottiti, sia per formare qualsiasi altra costruzione, come ben lo attestano gli avanzi, ancora saldissimi, di pile di ponti, di acquedotti, di muri di baluardo, e anche di grandi vôlte, è pur di presente conosciuta e adoperata sotto il nome di muratura in calcestruzzo, sebbene questa sia puramente formata con malta di calce idraulica.

Dissi già al Capitolo X del *Primo Libro* il modo di preparare il calcestruzzo, e adoperarlo tanto all'asciutto che sotto l'acqua. Soggiungo qui che ove vogliansi formare dei muri in calcestruzzo, debbonsi costruire a mezzo di stampi in legname, cassoni senza fondo della sezione medesima del muro che devesi formare, e lunghi per m. 1, o m 1,50, all'incirca per poco più di m. 0,20

Questi cassoni, formati da traverse verticali a cui sono inchiodate delle assi, rinforzate da sbarre poste in diagonale, sono fissati sul posto stesso in cui debbonsi innalzare i muri, e dopo riempiti da uno strato di calcestruzzo, alto dai m. 0,15 ai m 0,20, e che si batte e si comprime con una mazzaranga a base piatta, si trasportano innanzi per continuare il muro a filari, e si adagiano superiormente al muro già fatto, per così innalzarlo fino alla fissata altezza Gli strati, per entro i cassoni, si versano a scarpa procedendo uno da sinistra verso destra, e il superiore da destra verso sinistra, per così addentellare meglio strato a strato d'uno stesso filare

CAPITOLO II.

Muratura laterizia.

551. La muratura laterizia, tenuta in grandissimo pregio dagli antichi, per la leggerezza dei mattoni, per la resistenza loro allo schiacciamento, alle intemperie atmosferiche, al gelo e al fuoco, e per l'attitudine grandissima a far buona presa con le malte, è pur di presente, e per le stesse considerazioni, preferita in moltissimi casi alla muratura in pietra da taglio.

Era tanto e tale il pregio in cui si teneva la muratura laterizia dagli antichi, che questi, considerandone eterna la durata, solevano estimare una muratura siffatta di valore eguale al costo, qualunque si fosse il tempo che essa già contava, all'incontro della muratura in pietre naturali, che non reputandola di durata maggiore agli ottanta anni, la valutavano sottraendo tanti ottantesimi dal costo per quanti anni contavano.

552. La muratura laterizia si distingue in murature di mattoni, e muratura di scaglie o tevolozza.

Entrambe queste due specie ci obbligano a studiare la disposizione dei mattoni, e la costruzione effettiva. Generalmente i mattoni si dispongono in filari orizzontali, collocandoli per la faccia più larga, e a modo che le commettiture non siene mai nella medesima linea. La disposizione però dei mattoni varia a seconda della grossezza del muro. Se il muro ha la grossezza eguale alla larghezza del mattone, il muro dicesi d'una testa, e la disposizione dei mattoni riesce eguale alla muratura a sodamo fatta in pietre da taglio, e come la mostra la figura 31ª; se il muro ha la grossezza eguale a due volte la larghezza del mattone, il muro dicesi a due teste, e la disposizione si fa come la presenta la figura 38ª. Con la grossezza del muro eguale a tre, quattro volte ecc., la larghezza del mattone, il muro dicesi a tre, quattro teste ecc., e la disposizione dei mattoni si fa come presentano le figure 39ª e 40ª.

Combinando poi altrimenti i mattoni, si otterrebbe la disposizione di essi per la muratura a 5, a 6, o a più teste.

Spesso il paramento della muratura laterizia presenta al nudo la faccia del mattone, che in simil caso si strofina con un orso di pietra arenaria, affine di toglierle ogni scabrosità. La muratura in questo caso dicesi a *cortina*, e la faccia di paramento dei mattoni, o si appiana dopo costruito il muro, oppure, lo che è anche meglio, la muratura si costruisce con dei mattoni a faccie già appianate, e così dette *rotate* o *sagramate*.

553. MURATURA DI TRAMEZZO. — Allorquando i mattoni si pongono di costa, e con la dimensione di larghezza verticale, la muratura da essi

formata dicesi di tramezzo, ed è usata a dividere in due o più vani, ambienti che riuscirebbero troppo lunghi o larghi ove fossero limitati dai muri esterni. Le varie camere in cui trovasi diviso un appartamento di abitazione civile, si formano d'ordinario con le murature di tramezzi, le quali ove servano per appartamenti nei piani superiori, sogliono farsi con mattoni assai meno grossi degli ordinari, e così detti comunemente *tavelle* per così diminuire il peso sui sottostanti solai, e restringere per quanto più è possibile il volume di queste murature dette anche *divisorie* dall'ufficio che esse compiono.

Ove questi muri di tramezzo o divisori debbano poi riuscire molto lunghi ed alti, è buon consiglio della pratica di fortificarli a mezzo di telai o quadrati formati da piane di legno, infisse saldamente nei muri laterali, nel pavimento, e nel soffitto o vôlta dell'ambiente ch'essi dividono, e nei quali quadrati s'incassano i mattoni o le tavelle formando così un muro di tramezzo *a riquadro*.

554 Muratura di tavolozza. — La struttura della muratura a tavolozza, per quanto ci dispensi dalla posizione regolare, cui ci obbligano i mattoni interi, e ciò a causa della irregolarità delle forme e disuguaglianze nelle dimensioni dei vari pezzi, pure anch'essa ci astringe a tenere i frantumi in file orizzontali, evitando sempre di fare incontrare due commettiture nella stessa linea verticale.

555 Costruzione della muratura laterizia. — La costruzione della muratura laterizia tanto in mattoni che a *tavolozza*, ne obbliga, 1° alla immersione nell'acqua dei mattoni o dei pezzi da operarsi, dopo aver pulito, in ispecie questi ultimi, delle materie estranee che fossero ad essi aderenti, per così impedire il pronto assorbimento delle acque dalla malta e l'intempestivo asciugamento di questa; 2° alla disposizione regolare dei mattoni sopra uno strato di malta che valga a ricoprire tutte le loro faccie, quando su di esso si comprime il mattone, battendolo al posto col manico della cazzuola, fino a ridurre le commettiture, del paramento in specie, ad una larghezza compresa fra i m. 0,004 e m. 0,006; 3° infine a bagnare di quattro in quattro i corsi o filari dei mattoni con una malta chiarissima, detta comunemente *lattata di calce*, e per guisa da riempiere perfettamente tutti i vuoti.

Capitolo III.

Vari altri generi di muratura.

556 Muratura mista. — Combinando le due murature or ora studiate con uno ordine determinato, risulta una muratura che tuttora dicesi *mista*.

Essa era conosciutissima dagli antichi, come ne attestano moltissimi monumenti che ne avanzarono, e i tanti generi in cui la distinguevano, tra i quali mi piace di ricordare le murature *imbottite*, le *listate*, le *reticolate* ecc., secondo che si formavano le fronti con pietre naturali o mattoni, e si riempiva il vano che rimaneva nel mezzo con muratura cementizia, oppure si alternavano gli strati di mattoni o di pietrame con le pietre da taglio, o finalmente si costruiva il paramento con pietre a fronte quadrata e disposte secondo una diagonale verticale. Di presente però, e sebbene senza adoperarle con ordine determinato, le murature dianzi dette, formano una muratura mista, concorrendo per siffatto modo non solo alla maggiore solidità di alcune parti, ma a favorire ancora non tal quale apparenza esteriore, che abbellisce l'opera in cui furono adoperate.

Perciò i muri principali, e che prospettano all'esterno, sogliono fare in pietra da taglio, mentre gl'interni e muri secondari si fanno in pietrame o in mattoni. E fannosi in mattoni i così detti muri divisori o tramezzi, le volte ecc., e in generale tutte quelle parti d'un edifizio, le quali debbono essere resistenti, riuscendo al tempo medesimo, quanto più è possibile leggiere. Il zoccolo poi d'un edifizio, gli stipiti, gli angoli, gli architravi delle porte e delle finestre, parti tutte queste, che debbono presentare una maggior solidità, si usano costruire in pietre da taglio o d'apparecchio.

557. Muro formaceo. — Finalmente v'ha il muro formaceo, così detto dai francesi *pisé*, il quale si fabbrica con terra di qualità forte ed alcun poco ghiaiosa, con terra che con picconi, vanga od aratro, si scava in pezzi che bisogna percuotere per romperli, e con le terre vegetali che formano elevazioni che si sostengano quasi a piombo.

In buona parte d'Italia si sostituisce questo muro a quello di mattoni crudi fatti con terra argillosa, e posti in opera con malta di terra grassa, oppure anche con mattoni fatti con terra vegetale ben manipolata e battuta dentro uno stampo, e dei quali si vale buona parte del mezzogiorno d'Italia, e in ispecie l'insulare, per costruire le case di campagna particolarmente.

558. La stagione più favorevole per la fabbricazione del muro formaceo, è dal principio di marzo a tutto ottobre. In proposito si prepara prima la terra tritandola e facendola passare a graticcio per liberarla dai sassolini che fossero più grandi d'una noce, dalle sterpaglie, e in generale da tutti gli oggetti che sogliono marcire dentro terra. Indi umettata la terra così preparata, ove non sia bastantemente umida di per sè stessa, si rimesta moderatamente con una pala, fino a che sia atta a pigliar la forma degli stampi entro cui si comprime. Gli stampi sono di legno, hanno la

forma rettangolare del muro che si vuol costruire, e si riempiono a strati alti m. 0,10, e lunghi m. 1,00, che si fanno comprimere prima coi piedi di un operaio, indi battendoli a mezzo di un pillone o mazzaranga fino a ridurli all'altezza di m. 0,05 a m. 0,00 Riempito lo stampo si toglie dal posto, e si impiega nella prosecuzione del filare incominciato, per indi, col processo medesimo compiere il filare superiore.

È da avvertirsi però, che questi muri debbono essere fabbricati sopra un fondamento di mattoni o di pietrame, terminato da un piano orizzontale assai più largo del muro fornaceo a costruirsi, ed elevato 20 o 30 centimetri sul suolo.

359. Considerazioni generali sulla muratura. — Qualunque sia ora il genere di muratura che vogliasi eseguire, debbonsi, nella effettiva costruzione, osservare alcune norme, che io compendierò nelle seguenti.

1° Possibilmente, le murature hanno a costruirsi o nella primavera o nell'autunno. Le stagioni d'inverno o d'estate, in quei paesi massimamente nei quali il calore ed il freddo sono eccessivi, non favoriscono troppo la solidità dell'opera muraria, causa che in quella, l'umidità e i geli che possono sopravvenire, la rendono friabile e poco resistente; in questa l'eccessivo calore dissecca intempestivamente e troppo rapidamente le malte, impedendo per tal modo la buona presa di esse col materiale impiegato nella muratura.

L'economia stessa d'altronde del lavoro, ha tutto da perdere in queste stagioni. Il freddo difatti avvilendo gli operai, rende loro faticoso il maneggio dei materiali, non che l'aggirarsi sulle scale e sui ponti di servizio. Il caldo poi gli estenua, rendendoli inetti a qualsiasi lavoro.

Che se però in una di queste due stagioni, ne fosse fatto debito di intraprendere o di proseguire un lavoro murario, dobbiamo, nell'inverno, ricoprire la muratura fatta con paglia o strame, perchè così nè il gelo nè la brina possano accedervi; nell'estate, mantener fresca la muratura innaffiandola sovente volte nel corso del giorno.

2° Nel continuare un lavoro murario dopo qualche interruzione, come anche nell'allacciare un muro nuovo ad un vecchio, fa d'uopo innanzi a tutto pulire ed inumidire la superficie sulla quale si deve proseguire la muratura, sì per togliere quelle materie estranee che indebolendo l'efficacia delle malte, potrebbero anche alcune volte contenere dei semi d'arbusti, i quali nel loro sviluppo, e per la forza espansiva delle radici produrrebbero considerevoli danni; o sì ancora per favorire la solida presa delle malte, e l'unione del nuovo col muro già fatto. Siffatta unione, allorchè trattasi d'allacciare un muro nuovo con un vecchio, si consegue meglio, intagliando qua e là il vecchio muro, per così incastrarlo e addentellarlo meglio col nuovo.

3° È importante di regolare la costruzione del muro a modo, che l'elevamento delle masse murarie proceda uniformemente in ogni parte, acciò il calo che sussegue dal costiparsi delle malte, e dall'assettamento delle pietre, sia anch'esso uniforme e regolare, nè produca viziose disgiunzioni. E in proposito è bene avvertire di non frammischiare in uno stesso corso o filare orizzontale, pietre di differente gravità specifica, per così evitare, che le pietre più pesanti accumulandosi più in una che in altra parte, e gravitando irregolarmente sulle masse sottostanti, irregolare producano pure l'assettamento del muro.

4° È necessario di lasciar riposare le fondamento di qualsiasi muratura senza di subito costruirvi di sopra, e fino a che si conosca e si giudichi stassi le fondamento assettate, acciò non si aggravino anzi tempo le masse sottostanti d'un peso, che il mancato assodamento, può rendere superiore alla loro resistenza. — E quindi per evitare dannose disgiunzioni nelle masse murarie sottostanti, che le buone pratica consiglia, nella costruzione di muri considerevolmente alti, di sospendere interpolatamente il lavoro per qualche intervallo di tempo, affine di agevolare il maggior possibile assodamento della muratura, mano mano che si costruisce.

5° Infine s'avverta, che i filari della muratura siano tutti orizzontali, e le faccie e gli spigoli dei muri riescano rigorosamente verticali, o come dicesi in pratica, a piombo.

Capitolo IV.

Fondazioni.

560. La solidità d'un'opera d'arte dipende in gran parte dalla resistenza delle fondazioni che le servono di base. Ed è chiaro difatti che ove in qualche punto cedano esse al peso del sovrapposto edifizio, dovrà immediatamente risultarne in questo un'alterazione nello insieme o connessione delle parti, mancando di subito la verticalità dei muri.

Egli è dunque della massima importanza lo attendere con la maggior cura, a procacciare a qualsiasi opera d'arte una fondazione che abbia in tutta la sua estensione, uno eguale e forte resistenza, sia per la natura stessa del suolo in cui devesi costruire, sia procurandogliela coi maggiori mezzi dell'arte.

561. Proprietà del buon terreno. — Le proprietà che per riguardo alle buone fondazioni, debbonsi ricercare in un terreno, sono la *coesione* o *durezza*, la *incompressibilità*, l'*omogeneità*, e la *permeabilità*.

Per riguardo alla coesione o durezza, i terreni si distinguono in coe-

renti a duri, come le roccie e i tufi, e in terreni mobili, come le terre ordinarie, le argille, le sabbie ecc.

La incompressibilità, è la più importante a considerarsi, fra le qualità tutte dei terreni. In proposito i terreni si distinguono in terreni incompressibili, quali le roccie, i tufi, i terreni pietrosi, l'argilla pura allorchè non è esposta all'acqua, e la sabbia dura sebbene questa e i terreni ghiaiosi, massime se sottoposti a carichi considerevoli, siano suscettivi di compressione, causa un cambiamento di posizione e conseguentemente una diminuzione di vacui fra gli elementi della rena o della ghiaia; e in terreni più o meno compressibili, quali i terreni torbosi, le terre riportate, le terre vegetali, le argille più o meno molli ecc.

L'omogeneità è anche essa una qualità importantissima, che assicura della bontà d'un terreno per la migliore fondazione. È omogeneo dicesi quel terreno che per 10 metri di profondità dal piano superiore delle fondazioni, non cangia di natura.

La permeabilità infine riguarda gli effetti dell'acqua sul terreno. Alcuni terreni come le roccie, sebbene siano impermeabili, pure presentano delle fenditure che diminuiscono in esse questa notevolissima proprietà. La maggior parte delle roccie schistose, le terre vegetali, le argille mescolate a sabbia, sono tutte permeabili in ragione della loro coerenza.

562. Mezzi per riconoscere la qualità del terreno su cui si ha a fondare un'opera d'arte. — Il primo studio che deve fare il costruttore in proposito alle fondazioni, si è quello di conoscere la natura del terreno, lo mercè alcune esplorazioni fatte tanto sull'asse principale dell'opera d'arte da costruirsi, quanto trasversalmente a questo asse, essendo ovvio non essere possibile giudicare della bontà del terreno dalla crosta che lo ricopre, o dai primi suoi strati, d'ordinario formati di terreno avventizio.

Le esplorazioni, o come diconsi in arte le *taste*, si eseguiscono, o a mezzo di pozzi escavati quà e là nell'estensione della base dell'edifizio, per così conoscere dai differenti strati di terra, la natura non solo, ma la profondità ancora a cui trovasi quello strato di terreno, che per le sue particolari qualità ne lascierà sicuri della sua resistenza: procedimento questo non applicabile che nei terreni all'asciutto, e parcamente, causa le molte spese a cui ne obbliga; oppure a mezzo di aste in ferro, appuntite nell'estremità inferiore, per avere così agevolata la penetrazione nel terreno, e intagliate quà e là, e nella loro lunghezza, per riuscire a formarsi un giudizio, all'uscita della verga, e dalle materie che aderiscono al segno posto negli intagli, della qualità del terreno.

È questo il procedimento più economico e il più adoperato nelle esplorazioni di terreno.

363 Spesso però anzichè di simili aste, si fa uso di trivelle, a sezione cilindrica, munite nell'estremo inferiore, d'un succhio, il quale all'uscita della trivella, ne concede, per la terra che ha seco, di conoscere la qualità del suolo in quella profondità in cui è penetrata Che se la profondità fosse considerevole, le aste in ferro dianzi menzionate, e le trivelle, sono formate di più pezzi, lunghi da 1 a 2 metri, e congegnati a modo da poter essere l'uno nell'altro vitata

364 Sempre in base al medesimo principio, la esplorazioni di terreni, e massime di terreni coperti dalle acque, oltre che con le aste e trivelle or ora menzionate, si compiono anche, o a mezzo di pali del diametro di 40 in 50 centimetri, forati longitudinalmente e nel bel mezzo, acciò approfonditi che siansi nel suolo, si possa saggiare con le trivelle, il terreno che è penetrato per entro il foro del palo, armato questo di cuspide in ferro forata anch'essa, e in corrispondenza al foro dello stesso palo, oppure a mezzo di cassettoni in grosse tavole, e senza fondo, con sezione quadrata dai 40 ai 50 centimetri di lato, e che coi lembi inferiori muniti d'un orlo tagliente in ferro, s'approfondiscono nel terreno, facendo indi sulla terra che è penetrata per entro il vano del cassettone, il saggio a mezzo delle trivelle

365 La natura del terreno, e meglio la sicurezza della solidità delle fondazioni, si può anche argomentare senza praticare le notate esplorazioni, o dalla solidità degli edifizi circostanti, o dalle escavazioni a farsi ove il terreno presentasse dei tagli naturali, o infine dalla conoscenza della natura geologica della regione

366 Distinzione delle fondazioni — Determinata così la natura del terreno, si procede alla fondazione con quei mezzi che l'arte ne consiglia, secondo che si ha a fondare sopra un terreno costantemente asciutto, oppure sopra un terreno ricoperto o attraversato dalle acque Nel primo caso le fondazioni diconsi comuni od ordinarie, nel secondo caso idrauliche.

Capitolo V.

Fondazioni ordinarie.

367 Le fondazioni ordinarie presentano anzitutto due casi, e cioè 1° o hassi a fondare sopra un terreno incompressibile e duro, come le roccie, il tufo ecc, e i muri rimangono piantati sopra un suolo resistente, 2° oppure sopra un terreno mobile e compressibile come le terre vegetali, le terre riportate ecc, e si ha il bisogno di correggere la natura del terreno, e prevenire i danni a cui darebbe luogo un fondo siffatto

568 Fondazioni su terreno incompressibile. — Esse procedono diversamente, secondochè il buon terreno trovasi alla superficie, oppure ad una certa profondità, rimanendo coperto da uno o più strati di terreno mobile.

Nel primo caso, si procede alla fondazione

1° Liberando il suolo da quella incrostazione che esso presenta di terreno avventizio;

2° Rendendo orizzontale la sua superficie, e conformandola a scaglioni di piccola alzata, e di molta larghezza, ove il suolo fosse in pendenza;

3° Formando sul suolo degli incavi, e massimamente agli angoli dell'edifizio, e riempiendo di muratura questi incavi e quelle altre fenditure naturali che il suolo potesse avere, affine di addentellare sempre più la muratura dell'opera d'arte a costruirsi col terreno di fondazione,

4° Finalmente demolendo le vòlte naturali che ricoprissero le sottostanti caverne, ove non si stimassero abbastanza resistenti, e sostituendone in questo caso delle artificiali, appoggiate alle spalle della roccia, e possibilmente sostenute da intermedi piedritti stabiliti sul fondo della caverna.

569 Muratura per siffatte fondazioni. — Preparato il terreno su cui si ha a fondare la muratura, questa deve procedere con le norme già date nei tre primi capitoli di questo libro, preferendo sempre di formare i primi strati con i materiali della maggior durezza, e stabilendo il primo sopra il suolo senza interposizione di malta, quando questo fosse di natura tale da non far buona presa con la malta stessa, interponendo invece un buon strato di malta in caso contrario.

570. Dimensioni della muratura di fondazione — Comunemente, e seguendo i suggerimenti del *Belidor*, la larghezza della muratura di fondazione si fa di m. 0,22 più grande della larghezza del muro soprastante, quando l'altezza di questo però non superi i m. 6,50. Ove poi l'altezza superi questo limite, la larghezza della muratura di fondazione si aumenta in proporzione dell'aumento dell'altezza medesima. In generale però la larghezza della muratura di fondazione varia con la natura del suolo, coll'opera d'arte che vi si vuol costruire, e colle pressioni che questa può esercitare.

La larghezza in più della muratura di fondazione, e la quale dicesi risega o ritaglio, devesi dividere per metà, e distribuire da ambo le parti del muro, quando l'asse del muro stesso passa per il punto di applicazione della risultante di tutte quelle forze che agiscono sulla fondazione, ciò che avviene pei muri verticali, e che non sostengono che il peso dell'edifizio che essi reggono; devesi invece fare più grande dalla

parte opposta a quella da cui viene la spinta, nel caso di forze gravitanti sul muro obbliquamente, acciò s'aumenti il momento della resistenza del muro, contro il momento della spinta tendente a rovesciare il muro stesso

L'altezza poi della muratura di fondazione, dipendendo da parecchie circostanze, non è così facile di poterla determinare a priori È ovvio che l'altezza anzitutto dipenderà dalla profondità a cui si troverà quello strato di terreno incompressibile su cui dovrà poggiare l'opera d'arte a costruirsi, e che tanto più sarà notevole, quanto maggiore sarà la mole e l'importanza dell'opera a costruirsi.

Comunemente però, e anche per l'altezza, usasi di seguire una regola, che si attribuisce al Palladio, e per cui, nei terreni però incompressibili, si dà alla muratura di fondazione 1/6 dell'altezza dell'edifizio

In Italia, e negli edifizi privati, è la dimensione che più comunemente s'adotta.

571. Nel secondo caso, e quando cioè il buon terreno trovasi a qualche profondità, la fondazione procede 1° a per escavazione, 2° o per pozzi, 3° o per pilastri, 4° o per palificate.

572. Fondazioni per escavazione. — Si procede a questa fondazioni, scavando tante fosse, così dette trincee, quanti sono i muri da costruirsi, e approfondite fino al buon terreno, e della larghezza alquanto più grande di quelle che verrà determinata per il muro da costruirvisi entro, in base alle osservazioni fatte nel paragrafo 570

Le molte spese a cui obbligano gli scavi in siffatto genere di fondazione, fanno sì che essa venga solamente applicata nel caso in cui il buon terreno non si trovi ad una profondità superiore a m 4, a che le condizioni particolari dell'opera d'arte da fondarsi non richiedano di protrarre gli scavi oltre a questo limite

L'escavazione però è un processo da eseguirsi anche quando il buon terreno trovasi alla superficie, massime se questa è di tal natura da poter col tempo rimanere alterata, sia per le intemperie delle stagioni, sia per la località ove trovasi, o per altre circostanze che non potranno sfuggire al costruttore

Scoperto il buon terreno, si procede alla muratura di fondazione colle avvertenze riferite al paragrafo 569

573 Fondazioni per pozzi — Si procede in questo genere di fondazioni, vantaggioso bastantemente quando il buon terreno trovasi a notevole profondità, scavando dei pozzi a sezione quadrata o circolare, nella estensione della base dell'edifizio, e fino a quella profondità in cui ne sia dato di trovare il buon terreno, per poscia, riempiti di muratura far sostenere da essi dei grandi archi in pieno centro, e terminati da una su-

perficie piana, e bastantemente larga su cui poseranno i muri dell'opera d'arte che si vuol costruire.

574 Fondazioni per pilastri. — Anche questo genere di fondazione è applicabile per il caso che il buon terreno si trovasse a notevole profondità. Esso poi non differisce dal precedente, che nella sostituzione dei pilastri, costruiti dopo fatto lo scavo nella località designata alla fondazione, ai pozzi riempiti di muratura. Tanto questi però che quelli sostengono, quali piedritti, grandi archi che terminano in una superficie piana su cui poggia la muratura dell'edifizio, che ebbe negli archi, e pilastri o pozzi, la sua fondazione.

575 Fondazioni per palificate. — Un ultimo mezzo per fondare un'opera d'arte sopra un suolo incompressibile, il quale non trovasi che ad una notevole profondità, è la palificata, la quale consiste in un numero più o meno grande di grossi pali infissi nel terreno designato per la fondazione, a mezzo d'un robusto maglio e fino a rifiuto del medesimo, e i quali, tagliati tutti al medesimo livello, reggano sulle loro teste una piattaforma in legname su cui s'innalza la muratura.

Lo scopo della palificata non è sempre quello di raggiungere colla punta dei pali la strata di terreno incompressibile che se questo si trovasse a 4 in 5 metri di profondità, sarebbe sempre cosa più saggia il raggiungerlo a mezzo degli sterri sibbene quello di consolidare a mezzo d'una forte compressione quelli strati di terreno che precedono lo strato incompressibile Vedremo difatti usata a questo scopo, la palificazione per le fondazioni in terrena compressibile

576 La palificazione porta con se tre operazioni, quali sono

1° L'affondamento dei pali

2° L'estrazione di essi, sia per aver ultimato quel lavoro nel quale i pali facevano di bisogno, sia per dover fondare un'opera d'arte, e addivenire ad una palificazione, nel luogo appunto ove perdurano le vestigia d'antica costruzione, sia finalmente per raddrizzare qualche palo, che nella intromissione nel terreno, abbia lasciato la verticalità della direzione a causa di qualche ostacolo che l'abbia fatto deviare dalla medesima

3° Infine la recisione dei pali alla stesso livello, per così poter formare sovra di essi la piattaforma o castello, su cui s'innalzeranno le murature

577 Affondamento dei pali — Designato sul terreno un perimetro assai più grande della base del muro che si vuol costruire, e ridotta la porzione di terreno racchiusa ad un piano quanto più si possa orizzontale, spogliandolo al tempo stesso della crosta di terreno avventizio che possa ricoprirlo, vi si affondano i pali a distanza corrispondente al loro dia-

metro, e alla pressione che sulla sezione di ciascuno, esercita il sovrastante edifizio.

Rondelet (1), come già notai al paragrafo 365, Libro Secondo, fissava da 30 in 35 chilogrammi la pressione che può sopportare ogni centim. quadr. della sezione retta d'un palo infisso nel terreno. *L'Endres* (2) però e il *Curioni* (3) consigliano di sopravanzare questo numero, e giungere fino a 50 e 60 chilogr.

Per riguardo al diametro del palo, l'esperienza ne insegna, che per lunghezze di pali comprese fra 3 e 4 metri, e affinchè la penetrazione del palo nel terreno si effettui più facilmente, esso diametro deve essere di m. 0,24.

Perronet consiglia poi d'aggiungere al diametro m. 0,027 per ogni lunghezza di m. 1,90 eccedente il limite fissato di 3 a 4 metri.

Il commentatore delle lezioni di *Sganzin* (4) assicura d'essersi giovato spessissimo della seguente formula empirica, per determinare il raggio d'un palo di cui fosse data la lunghezza *l*, e cioè

$$r = 0,056 \sqrt{l}$$

Il numero dei pali, nel caso si dovesse da essi raggiungere il buon terreno, si determina dividendo il carico dell'edifizio che deve riposare sui pali, per il numero di chil. che in base al limite fissato superiormente per ogni c. m. q. della sezione retta del palo prescelto, corrisponde alla sezione medesima.

Che se poi la palificazione si facesse allo scopo di consolidare un terreno cedevole, il numero dei pali è più indeterminato, sebbene sia sempre più grande quanto più cedevole è il terreno. Il *Cavalieri* (5) ne dice in proposito che spesso il numero dei pali si è moltiplicato a guisa da trovarsi tutti a contatto l'uno dell'altro.

L'altezza dei pali varia colla profondità a cui debbono essere infissi, e quando questa sia tale da non poter essere raggiunta con un palo di un solo pezzo, si congiungono due pali fra loro, o a mezzo d'un perno in ferro secondo l'asse stesso dei pali, oppure con connessione a crociforme, come vedremo in avanti nei lavori in legname, assicurandola però e per maggiore stabilità, con una cerchiatura in ferro.

L'estremità inferiore del palo, e allo scopo di agevolarne la penetra-

(1) *Rondelet. Trattato teorico e pratico dell'arte di edificare.*
(2) *Manuel du Conducteur des ponts et chaussées.*
(3) *L'Arte di fabbricare, nel volume Lavori generali di Architettura civile stradale ed idraulica.*
(4) *Programme ou Résumé des Leçons d'un Cours de Construction par M. J. Sganzin*, avec notes et additions par M. E. G.
(5) *Cavalieri San-Bertolo. Istituzioni di Architettura statica e idraulica.*

zione nel terreno, suole ridurre in punta, e spesso ricoprire con lamiera di ferro, o armare di una puntazza di ghisa, o di ferro, secondo che il terreno in cui deve penetrare il palo, è più o meno cedevole.

L'estremità superiore poi, e perchè il palo non si spacchi sotto la percussione che lo affonda, si stringe con un robusto anello di ferro, che si toglie quando il palo è affondato

Le specie del legno usate pei pali, sono la quercia e le piante resinose, quali il larice, il pino e il cipresso

La conficcazione poi dei pali varia secondo la qualità del terreno In un terreno cedevole, la conficcazione si fa dal centro verso il perimetro della fondazione designata, in un terreno meno cedevole invece, dal perimetro verso il centro

578. Ora l'effettivo affondamento dei pali si fa a mezzo di successive percosse fatte con una massa pesante di legname o di ghisa sulla testa del palo, preventivamente disposto nella direzione secondo la quale vuolsi affondare.

Codesta massa pesante dicesi *maglio*, e dal manovrarsi direttamente dagli operai senza il soccorso di macchine, oppure a mezzo di qualche apparato meccanico, piglia il nome di *battipalo* semplice, o *battipalo* o *berta* a tirante od a scatto

579. Il battipalo semplice è un grosso ceppo di legno duro, cerchiato di ferro, dal peso di 50 a 250 chilog , e munito di più manichi per poter con essere manovrato dagli operai, i quali sollevatolo alla maggiore altezza che loro è possibile, lo fanno cadere sulla testa del palo da affondarsi, replicando le percosse fino a che il palo sia giunto alla profondità.

Le figure 41ª e 42ª ne danno idea della forma dei magli semplici.

Ora in proposito a questi magli, l'esperienza ne ragguaglia che la percossa più profittevole, è quella che viene da un maglio di 100 chilog. manovrato da 5 o al più da 6 operai, i quali lo sollevano all'altezza massima, che è di poco più di 1 metro, percotendo pali non più lunghi di 2 a 3 metri, per affondarsi in terreni che non oppongano una vigorosa resistenza.

580. Dipendendo l'effetto della percossa dal prodotto del peso del maglio per l'altezza da cui discende, nè potendosi aumentare di molto il peso del maglio semplice causa il numero troppo grande d'operai che richiederebbe per essere manovrato, e i quali ben difficilmente lavorerebbero con quella regolarità che è tanto necessaria al conseguimento del miglior effetto utile della percossa nè l'altezza a cui si solleva il maglio, e che non può superare di molto un metro, si ricorse all'uso della berta o battipali, per aumentare tanto il peso del maglio quanto l'altezza della di scesa, e raggiungere così l'effetto d'una maggiore percossa per l'affonda-

mento dei pali o di lunghezza superiore ai 3 metri, o in quei terreni di qualche notevole resistenza.

Le berte d'ordinario consistono in un castello di legname a forma piramidale, con una sola faccia verticale, formata da due ritti o travi dette *verginette*, sulle quali sono solcate, e per tutta la loro lunghezza, due scanalature entro le quali scorrono alcuni orecchioni sporgenti dal fianco del maglio e formanti corpo col maglio stesso, che per ciò apponto sollevato che siasi, ricade e percuote a piombo la testa del palo, opportunamente stabilito fra le due verginette. In cima a queste v'è una carrucola nella cui gola s'alloga una fune, ad una cui estremità, l'anteriore, è attaccato il maglio, e all'altra agisce la forza motrice destinata a sollevare il maglio stesso, o immediatamente o in questo caso sono ad essa legate più capi o funi a ciascuna delle quali si fa agire un operaio, e la berta o battipalo dicesi *semplice* o *a tiranti*, oppure a mezzo d'una macchina, che d'ordinario è un verricello, el cui fuso s'avvolge l'estremità libera della fune, prendendo in simil caso il battipalo, il nome di *capraberta* o *battipalo a scatto*.

581. Il peso del maglio adoperata in queste berte semplici e a scatto, varia per le prime da 300 a 600 chilogr., e per le seconde raggiunge anche e più d'ordinario, i 1000 chilogr., essendo per siffatte berte un blocco di ghisa.

L'altezza poi da cui può discendere il maglio, e conseguentemente l'altezza della berta, non sorpassa i 6 metri nelle berte semplici, e giunge invece ai 10 metri nelle berte a scatto.

Fino a che nelle berte semplici, il peso del maglio è limitato a 300 chilogrammi, s'impiegano nella sua manovra tanti operai quanti bastana par dividersi il peso del maglio stesso a modo che ciascuno non sopporti un peso maggiore di 15 in 16 chilogr. Ove poi il peso del maglio giungesse ai 600 chilogrammi, ciascuno operaio della squadra impiegato a manovrare il maglio non deve essere gravato in più dei 12 chilogrammi.

Oltre gli uomini che si dividono il peso del maglio, occorre nelle berte semplici un capo squadra, e per dirigere il lavoro del sollevamento del maglio, e il quale s'accompagna d'ordinario e si uniforma al ritmo d'un canto o d'una voce, e per osservare se il palo si conficca nel terreno colla voluta direzione.

Il lavoro del conficcamento poi si fa a *volate* con interruzione di 2 a 4 minuti di riposo. Le volate sono costituite da una serie di 25 a 30 colpi successivi di maglio, o ai quali succede un breve riposo non solo per fare ripigliar lena agli operai, ma ancora per favorire viemaggiormente l'affondamento del palo, facendo cessare in esso quel movimento di trepidazione prodotovi dalla percussione, e per cui spesse il palo si arresta d'affondare.

I battipali semplici ordinari finora descritti, quando occupano un numero superiore agli otto o dieci operai per la manovra del maglio, sciupano inutilmente una porzione della forza impiegata dagli operai per la trazione del maglio stesso, causa l'obbliquità della direzione della stessa trazione, e alla quale obbliga il numero notevole degli operai impiegati alla manovra. Ad ovviare a questo sciupio di forza, e rendere più utile il lavoro di trazione di ciascuno operaio, usasi, per consiglio degli ingegneri *Borgnis e Belidor*, o di fissare all'estremo posteriore della fune a cui erano legati i capi o le funi che già notai, un solido cerchio di ferro o di legname, dal quale pendono verticalmente le funi da imbrandirsi dagli operai, come mostra la figura 43ª, e valevole, per quanto asserisce lo stesso *Borgnis*, ad accrescere d'un terzo l'effetto dello sforzo di trazione esercitato dalla squadra degli operai; oppure di legare il maglio a due funi che s'alloghino rispettivamente nelle gole di due carrucole poste in piani verticali convergenti verso la fronte del battipalo o berta, e alle cui estremità libere siano legati più capi da imbrandirsi dagli operai, come mostra la figura 44ª.

582. Allorchè si desidera produrre una percossa più energica, per vincere la gagliarda resistenza che il terreno oppone all'approfondirsi del palo, e debbasi aumentare il peso del maglio e l'altezza da cui farlo discendere, usansi le capraberte o battipali a scatto, che, come già dissi, differiscono dalle berte semplici nel sollevare il maglio a mezzo d'un verricello, o anche d'un argano, e che d'ordinario impiegono una squadra di 6 operai, e di un capo squadra per dirigere il lavoro.

In sui primi tempi che s'adoperavano queste berte, e quando il maglio si era sollevato alla massima altezza del castello o delle verginette, si abbandonava a se medesimo, ed esso per virtù del proprio peso cadeva rapidamente sulla testa del palo, trascinando seco la fune che lo aveva prima sollevato, e generando nel verricello od argano un celerissimo movimento in senso contrario a quello che vi si produsse per innalzare il maglio. In vista però della facilità con cui si logoravano prestamente e funi e verricello, massime se il peso del maglio era considerevole, si modificarono le berte a scatto a modo, che giunto il maglio alla sommità della sua corsa d'ascesa, potesse discendere senza trascinar seco la corda, a cui dovevasi il movimento contrario del verricello o dell'argano.

Le fatte modificazioni sono di due sorta, e consistono: l'una, in un rampino di ferro foggiato a leva di primo genere, e fissato all'estremo della fune che solleva il maglio, e il quale col braccio più corto s'aggancia ad un anello che trovasi alla parte superiore del maglio, e che abbandona tosto giunto il maglio stesso alla sommità della sua corsa, forzatovi da un operaio che tira convenientemente una funicella legata

al braccio pur lungo dello stesso rampino, l'altra, in una tanaglia legata all'estremo del canapo che solleva il maglio, e conformata a modo che con l'estremità inferiore aggrappa un anello sporgente dalla parte superiore del maglio, mentre lo abbandona tosto che con l'estremità superiore penetra in una apertura conica esistente nel cappello, o parte superiore del castello del battipalo, lo che avviene appunto quando il maglio giunge alla sommità della sua corsa ascendente.

Giunto il maglio sulla testa del palo, si fa cadere la tanaglia la quale, nel percuotere che fa sul maglio, si apre nella sua parte inferiore, riabbracciando l'anello e sollevando seco il maglio quando gli operai la sollevano a mezzo dell'argano o verricello.

Quantunque più semplice la modificazione dei battipali a scatto fatta a mezzo della tanaglia, pure comunemente è più usato il rampino, dacchè la sua mercè ne è dato modificare, con l'altezza della caduta del maglio, la violenza della percossa sul palo, potendo sganciare il rampino in qualsiasi punto della ascesa del maglio.

583. Osservazioni sull' affondamento dei pali. — Quando un palo è penetrato a modo che la sua testa rimanga alla superficie del terreno, e vogliasi ancora in questo approfondire, usasi un pezzo di legno duro detto *caccia-palo* del diametro poco più di quello da approfondirsi e della lunghezza di 2 a 6 metri. Questo nuovo palo è cerchiato di ferro alle sue estremità, ed è armato nell'estremità inferiore d'una punta in ferro del diametro di 3 a 4 centimetri, sporgente dalla medesima per 20 o che centimetri, e la quale si fa entrare in un foro circolare, e dello stesso diametro, fatto precedentemente nella testa del palo da approfondire. Legato così per tal modo il palo al caccia-palo, questo riceve le percosse del maglio nella sua estremità superiore, e caccia quello a profondità sempre crescente.

Dissi già che il palo doveva conficcarsi nel terreno sino a *rifiuto di maglio*, ciò vuol dire che le percosse che esso riceve sieno impotenti a produrre qualsiasi ulteriore sensibile conficcamento. In arte il rifiuto distinguesi in assoluto, e relativo o apparente.

Assoluto, se penetrata il palo fino a quella profondità in cui si stimò precedentemente il terreno coerente, non s'approfondisce più che di 4 o 5 millimetri per volata; relativo, se il rifiuto si verifica prima di giungere alla prefissa profondità del buon terreno, ed è prodotto dall'attrito del palo contro il terreno, o dal movimento di trepidazione che già notai nel palo in causa delle reiterate percussioni.

È allo scopo di far cessare questa trepidazione che, come già dissi, dopo volate di 25 a 30 colpi, si sta alcuni minuti in riposo; ed è poi allo scopo di distruggere le cagioni che motivarono il rifiuto relativo od

apparente, che ora s'ingagliardisce la percossa aumentando il peso del maglio, o l'altezza della discesa, ora si affievolisce per così ottenere ciò che non si potè ottenere con la gagliardia della percossa. Quando il rifiuto persistesse, e si verificasse eguale in altri pali conficcati in vicinanza a quel palo che primo ne lo offrì, è duopo ritenere che il palo ha incontrato uno strato di terreno consistente. Che ove invece il rifiuto persistesse, e non si verificasse in altri pali piantati in vicinanza, è duopo argomentare che il palo si è scheggiato sotto le percosse troppo violenti, per cui è bene venire all'estrazione del palo.

584. Estrazione dei pali. — Dissi già al paragrafo 576 quali ragioni potevano consigliare l'estrazione del palo. Prima però di procedere alla estrazione, e allo scopo di agevolarla, consigliasi di percuotere il palo lateralmente, e sulla testa, massimamente se trovasi da molto tempo conficcato nel terreno, per così distruggere quella materiale coesione che la superficie del palo può aver contratto col terreno circostante.

I mezzi o processi consigliati per l'estrazione sono varî, e tutti consistono nel tendere col massimo sforzo a strapparli, dirò così, dal terreno in cui sono conficcati. Fra questi mezzi il più semplice è quello di valersi d'una robusta trave di legno, lunga dai 10 ai 12 metri, e la quale fissata ad un appoggio alto non più di 1 metro a m. 1,50 dalla testa del palo, si faccia servire siccome leva di primo genere a braccia disuguali. Al braccio minore posto dalla parte del palo, si allaccia stabilmente la testa di esso, già prima forato diametralmente per infilarvi un bacchetto di ferro che ne assicuri della fatta allacciatura, al braccio maggiore, e meglio all'estremo di esso si lega un buon canapo od una catena, alla quale si applica un buon numero d'operai bastevole a scuoterlo e a strapparlo.

La fune o canapo legata a questo braccio maggiore del trave, può anche avvolgersi al tamburo d'un argano o verricello, e girando questo promuovere l'estrazione del palo.

Ove non possa riuscire di forare il palo per essere esso ricoperto dalle acque, nè possa aversi altro mezzo d'allacciare stabilmente la testa del palo stesso al braccio minore del trave usato come leva, il *Cavalieri* consiglia d'infilare nel palo un collare di ferro, di diametro alquanto maggiore a quello del palo, fatto di verga rettangolare, e già prima legato ad una fune o catena, che tirata per strappare il palo, dispone il collare obbliquamente per cui gli spigoli di questo intaccano il palo tenendovelo saldissimo.

Un altro mezzo per estrarre i pali è suggerito dal *Belidor*, in un robusto cavalletto a quattro gambe, disposto, dirò così, a cavallo del palo, e sul cui coperchio, e precisamente nel centro, si fa passare una vite che porta infilata una madrevite, la quale appoggia superiormente a detto

coperchio. Legata la fune o catena che allaccia l'estremo o testa del palo da estrarsi, all'estremo della suddetta vite, e fatto girare il dado a mezzo di robusti e lunghi aspi si solleverà l'estremo della vite traendosi seco l'estremo del palo.

585. Recisione dei pali — Due sono gl'istrumenti e due i processi seguiti nella recisione dei pali, secondo che la recisione medesima si fa, o allo scopo di sovrapporre alle teste dei pali un castello o piattaforma di legname nella quale s'innalzano le murature dell'opera d'arte fondata, dirò così, sulla eseguita palificata, oppure per recidere quanto più profondamente quei pali che, o non si poterono svellere perchè resta ai mezzi adoperati, perchè l'estrazione di essi ne avrebbe condotti a spese maggiori della recisione medesima, oppure infine perchè ne fanno ostacolo o impaccio nel luogo in cui si trovano.

Nel primo caso la recisione si fa a mezzo di seghe, tanto che il palo nella profondità a tagliarsi sia fuori dell'acqua, quanto se è ricoperto da questa più o meno profondamente. Solo si osservi, che dovendo la piattaforma di legname riposare sopra la testa dei pali, questi debbono essere recisi ad un medesimo livello, per così collocare la piattaforma stessa in un perfetto piano orizzontale.

Nel secondo caso poi la recisione, ove non potesse eseguirsi a mezzo di seghe e per cui basta recidere ciascun palo a quella maggiore profondità riconosciuta più opportuna per togliere l'ostacolo che il palo medesimo presentava, si opera a mezzo d'uno scalpello, fissato all'estremo d'un manico di legno lungo in proporzione della profondità, dirò così, del taglio a farsi, e per cui riesce spesso anche di 7 ed 8 metri. Lo scalpello porta un anello, a cui è legata una fune, che vale a guidarlo, e che con nodi che vi si possono fare, vale a determinare anche la profondità del luogo in cui operasi il taglio.

La manovra poi del taglio si eseguisce d'ordinario da cinque uomini montati su d'una barca, o d'una zattera, ormeggiata in opportuno sito, e i quali, fatto discendere lo scalpello fino alla designata profondità del punto in cui il palo deve essere reciso, e fermata la fune che accompagna lo scalpello alla barca o zattera, affinchè lo scalpello medesimo non s'affondi maggiormente, impugnando il manico, lo inclinano a modo che colpisca il palo nel punto stesso della recisione. Mentre quindi uno di questi uomini tiene fermo nella voluta inclinazione scalpello e manico, gli altri percuotono con un mazzapicchio l'estremità superiore del manico che è all'uopo fortificata con una viera di ferro, e volgendo quindi opportunamente la lama dello scalpello intorno al palo, e reiterando le percosse sul manico, giungono alla totale recisione del palo in poco più o poco meno d'un'ora.

586. Formazione del castello o piattaforma di legname sulle teste dei pali. — La piattaforma si compie differentemente secondo che le teste dei pali in cui deve fissarsi rimangono all'asciutto, o sono ricoperte dall'acqua. Nel primo caso, recise le teste dei pali al medesimo livello, si dispone sopra ciascuna fila longitudinale di essi, un trave o corrente, largo egualmente al diametro dei pali, e fermato sopra ciascuna testa o con lunga caviglia di ferro, o con incastro a maschio e femmina. Indi, o si addossa a questa prima orditura di travi e perpendicolarmente ai medesimi una serie di tavoloni della grossezza di m. 0,10 a m. 0,12 senza alcuna interruzione, e fissandoli saldamente agli stessi travi col mezzo di lunghi chiodi, avvertendo di congiungere in lunghezza i tavoloni nel mezzo dei travi, e non mai una congiunzione di seguito all'altra nel trave medesimo, affine di meglio concatenare il sistema, oppure, perpendicolarmente ai primi travi e in corrispondenza alle file traversali dei pali se ne dispongono altri, comunemente detti *traversoni* legati ai primi con incastrature tali, che la parte sporgente dei *traversoni*, eguali la grossezza dei tavoloni, i quali si dispongono poi parallelamente ai traversoni medesimi, o come facilmente intendesi, perpendicolamente ai primi travi o *correnti*.

La palificazione poi deve esser fatta a modo che la piattaforma sporga tutto all'intorno della muratura di fondazione dell'opera d'arte che su di essa s'innalza, per m. 0,30 a m. 0,20 per lo meno.

Prima però di terminare la piattaforma, ossia di cuoprire coi tavoloni la graticola fatta coi *correnti* e *traversoni*, è bene battere il terreno compreso fra i pali con una mazzaranga, oppure anche, ed ove non si stimi bastevole la battitura del terreno, di togliere via la terra smossa per l'affondamento dei pali, e riempiere lo spazio che rimane fra il terreno, i pali e la piattaforma con sassi e pietre posate a secco, oppure, e meglio, con pietre murate in malta.

Ove poi le teste dei pali, sulle quali deve riposare la piattaforma, fossero ricoperte dall'acqua, e questa fosse a tale altezza che ne impedisse la costituzione parziale della piattaforma medesima, questa si costituisce completamente al di fuori dell'acqua, o nella vicina sponda, o sopra una zattera in prossimità del perimetro designato alla sua stabilitura, formando prima la graticola dei correnti o traversoni a modo che tutti siano a distanze corrispondenti alle teste dei pali, sulle quali devono fissarsi, e usando i primi di una larghezza maggiore al diametro dei pali, per compensare nella sovrapposizione dei correnti stessi alla testa di questi, quella irregolarità nell'allineamento loro, che è potuta avvenire causa gli impedimenti dell'acqua nella fatta palificazione.

Terminata che siasi questa graticola si traduce galleggiante sino a corrispondere verticalmente sul sito della palificazione in cui ha da essere

collocata, e sopaccaricata equabilmente di pesi si fa discendere sulle teste dei pali, recise precedentemente al medesimo livello, e quivi giunta si assicura su di esse mediante il conficcamento di caviglie di ferro. Per battere poi queste caviglie, quando l'altezza dell'acqua impedisce di farlo direttamente, si fa uso di una verga o paletto di ferro, di lunghezza alquanto maggiore alla distanza che corre dal pelo dell'acqua al piano della piattaforma, e introdotte le caviglie medesime nei fori già preparati tanto nella graticola, quanto nei pali, si applica sulla loro testa un estremo del paletto, e tenutavelo fermo, e con direzione verticale si percuote con pesante martello sull'altro estremo sporgente dall'acqua.

Fissata così la graticola sulla testa dei pali, e costruita una scogliera di rinforzo con sassi o pietre a secco, o con muratura di calcestruzzo nei vani che rimangono fra i pali stessi, si porta galleggiante sull'acqua, la piattaforma preparata fuori di essa, e formata con tavoloni congiunti a maschio e femmina, sino a corrispondere verticalmente alla graticola, e sovraccaricata equabilmente di pesi, si fa discendere sopra la graticola medesima, fissandola ad essi con chiodi che penetrano in fori precedentemente fatti, e che si battono come le caviglie della graticola.

587. Muratura di fondazione sopra una palificata. — O la palificata è all'asciutto, e la muratura s'innalza sulla piattaforma coi metodi e colle norme delle murature ordinarie per le fondazioni, o la palificata è sommersa nelle acque unitamente alla piattaforma, e il processo di eseguire la muratura di fondazione, varia a seconda dell'altezza stessa delle acque sul piano della piattaforma. Quando questa altezza non superi i 30 o 40 centimetri, e s'abbia mezzo di formare i primi strati di muratura, e fino al livello delle acque, con pietre regolarmente tagliate, la muratura fuori l'acqua può proseguire come meglio talenterà al costruttore, e con quei materiali che gli saranno più alla portata. Ove poi l'altezza dell'acqua fosse superiore al precitato limito, la muratura di fondazione può eseguirsi a mezzo dei cassoni, come avvertirò in avanti nello studio delle fondazioni idrauliche.

588. Fondazioni sopra un terreno compressibile o cedevole. — Allo scopo di assicurare la stabilità delle fondazioni a farsi in un terreno compressibile, consiglia l'arte alcuni rimedi atti a correggere o eludere l'indole viziosa del terreno.

Fra i tanti che si conoscono, e a parte il rimedio già notato della palificazione la mercè pali conficcati nel terreno secondo le norme date al paragrafo 577, e a rifiuto di maglio, io ricorderò ancora la battitura del terreno a mezzo di pesanti magli, le fondazioni su zatteroni di legname, su platee di calcestruzzo, e infine su archi rovesci.

589. Assodamento d'un fondo compressibile a mezzo d'una compres-

SIONE ARTIFICIALE. — Consiste questo metodo nel battere e comprimere fortemente il terreno, e a rifiuto di maglio, per un'estensione maggiore a quella della base dell'opera d'arte da innalzarsi, a mezzo d'una mazzaranga del peso di 50 chilogrammi, maneggiata da due operai. Il *Borgnis* assicura che mollissimi edifizi di Venezia, e fra i quali le *Vecchie Procuratie*, la di cui costruzione deve essere stata così gelosamente eseguita quanto elegante ne appare tuttora la sua architettura, sono stati costruiti sopra un terreno assodato la mercè questa compressione artificiale.

590. ASSODAMENTO A MEZZO D'UNA GRATICOLA O ZATTERONE DI LEGNAME. — Spesso si costipa il terreno a mezzo d'una graticola, con o senza piattaforma, o costruita come notai al paragrafo 586, sulla quale si stabilisce la muratura dell'opera d'arte da innalzarsi.

Perchè però il costipamento sia equabile, è necessario regolare la costruzione del muro a modo, che il carico sia distribuito uniformemente su tutta la piattaforma. Che se si amasse meglio d'aver costipato il terreno, prima della costruzione del muro, sarebbe necessario caricare la piattaforma, con pietre od altro materiale, d'un peso eguale a quello dell'opera che deve sopportare, lasciandola così caricata per quello spazio di tempo che dura il cedimento del terreno.

591. FONDAZIONI SU PLATEE DI CALCESTRUZZO. — Lo scopo che si propone il costruttore usando il calcestruzzo per formare platee che sopportino le opere da fondarsi nei terreni cedevoli, è identico a quello cho si raggiunge con le piattaforme o zatteroni di legname, e che consiste nel distribuire uniformemente ed equabilmente sul terreno sottostante, gli effetti del carico che gli viene dall'opera d'arte che sopporta.

L'esito però delle platee di calcestruzzo, la mercè appunto la solidità e consistenza che acquista questo materiale, è di molto superiore alle platee e zatteroni di legname.

Le platee di calcestruzzo si formano con lunghezza e larghezza maggiori a quelle della base dell'opera a fondarsi, e con grossezza limitata fra m. 0,40 e m. 0,50 per gli edifizi non molto alti e di piccola mole, e fra m. 2 e m. 2,30 per opere di notevole altezza e di gran mole. Si estendono poi o tutto la base dell'edifizio, se i muri di questo sono poco distanti l'uno dall'altro, e si limitano solamente ai soli muri, allorchè questi sono invece assai distanti fra loro.

592. FONDAZIONI SU ARCHI ROVESCI. — Dissi già che gli edifizi potevano fondarsi su archi diritti costruiti sopra pilastri che giungessero nel buon terreno. Quando però il terreno sia cedevole riesce assai proficua la fondazione su archi rovesci. L'espediente non è recente, ed è dovuto con gloria nazionale ad un italiano, il sommo *Leon Battista Alberti* vissuto nel secolo XV, e sempre ricordato come uno dei valenti maestri nell'arte del

costrurre (1). Esso poi ebbe il conforto di bellissime esperienze, e fra le altre mi piace ricordare le fondazioni eseguite dall'ingegnere *Brunel* nella famosa galleria sotterranea del Tamigi.

In generale la fondazione su archi rovesci è limitata a quei soli casi nei quali una serie di colonne e pilastri di qualunque forma, debba essere innalzata sopra un fondo cedevole. Essa poi si pratica costruendo sotto ciascuna colonna o pilastro, dei pilastri di fondazione profondi sufficientemente, e possibilmente basati sopra un fondo compresso artificialmente per modo che risulti quanto più è possibile di uniforme consistenza, e unendo questi pilastri con archi rovesci, con archi cioè che hanno la parte concava rivolta all'insù, o la cui struttura non ne obbliga a norme differenti dagli archi dritti.

Per tal modo, la pressione verticale esercitata dalle colonne o pilastri sulle basi, si estende egualmente su tutta quella striscia di terreno che è coperta dalle basi e dalle interposte arcate, e alla debolezza del fondo, viene contrapposto un rimedio analogo a quello delle platee in calcestruzzo o zatteroni in legname, ma assai più sicuro, causa il reciproco contrasto delle arcate e dei pilastri, e il quale salva l'opera d'arte fondata sugli archi rovesci da una disgiunzione trasversale.

Capitolo VI

Fondazioni idrauliche.

583. Anche le fondazioni idrauliche ne obbligano anzitutto alla conoscenza dell'indole del terreno, che facilmente può acquistarsi valendosi di uno dei mezzi enunciati al paragrafo 565, dipendenda dalla qualità del terreno e dalla profondità delle acque, la scelta delle fondazioni a farsi.

Ora per riguardo alla qualità del terreno, le fondazioni idrauliche non differirebbero dalle fondazioni ordinarie o comuni, se ne fosse sempre dato di porre a nudo la superficie del suolo spesso ricoperta da notevole altezza d'acqua, se non per l'impiego della malta idraulica nella composizione della muratura.

Egli è quindi in base all'altezza dell'acqua che ricopre il suolo naturale che variano i procedimenti per le fondazioni idrauliche.

(1) Leon Battista Alberti si stima sempre il riformatore dell'Architettura in Italia e in Europa. A lui son dovuti i disegni della loggia del palazzo Rucellai in Firenze, e della Chiesa di San Francesco in Rimini, una delle più famose in Italia.

Fino a che l'altezza dell'acqua sia limitata a 2 o 3 metri, le fondazioni si fanno a mezzo di *ture*, quando l'altezza dell'acqua supera questo limite e giunge ai 10 metri, le fondazioni si possono fare con cassoni e con palificate, e quando infine l'altezza dell'acqua supera 10 metri, le fondazioni si possono fare a scogliera

594 Fondazioni con ture — Diconsi *ture*, certe dighe o argini in terra o legname, fatte allo scopo di cingere l'area designata alla fondazione, e vuotare ed aggottare le acque racchiuse per poter così eseguire liberamente le operazioni occorrenti alla fondazione delle murature sotto il livello del fiume circostante

Le *ture* poi differiscono nella loro costruzione secondo l'altezza delle acque che esse debbono racchiudere

Quando l'altezza dell'acqua è limitata a m. 1, le ture si possono costruire con terra argillosa, bene purgata dai pezzetti di legname, a sassi, affine di avere una massa continua, e impedire le filtrazioni dell'acqua dall'esterno verso l'interno della tura, e che una qualche materia estranea, rompendo appunto questa continuità di massa, favorirebbe Le ture in questo caso si fanno con inclinazione eguale tanto all'interno che all'esterno, e con una grossezza al ciglio, eguale all'altezza delle acque che racchiudono. Siffatta grossezza è poi eguale per tutte le sorta di *ture*.

Quando poi l'altezza dell'acqua giunge sino a **m. 1,50**, le ture si costruiscono con un recinto di legname a ridosso del quale, e nella parte interna, si appoggia un solido di terra egualmente alto, e convenientemente grosso

Il recinto di legname si forma affondando pali del diametro di 20 o 25 centimetri, almeno sul designato perimetro dell'area a racchiudersi, a distanze di m. 1,50 o m. 2 l'uno dall'altro, contro i quali si inchiodano tavoloni da 10 a 12 centimetri di grossezza, uniti costa a costa, e assicurati da traverse chiodate pur esse, a disposte verticalmente

Se infine l'altezza delle acque sorpassa l'ultimo limite, e giunge a m 2, o al massimo a m. 3, le ture si costruiscono a cassa, formandole con due recinti di legname costrutti a mo' del precedente, e legati, o assicurati solidamente fra loro a mezzo di traverse orizzontali fermate alla testa di due pali corrispondenti dei detti recinti, ed entro ai quali recinti si getta della terra fino a colmare lo spazio che essi racchiudono. Spesso i recinti di legname, si modificano nella costruzione per ovviare alle facili filtrazioni dal di sotto del riempimento in terra, massime se i primi strati del terreno su cui sono infissi i pali sono di sabbia o di ghiaia. In simil caso, anzichè inchiodare dei tavolati contro i pali s'inchiodano contro questi, prima delle filagne in senso longitudinale, ossia perpendicolarmente ai pali, e indi addossate a queste filagne s'affondano

delle palanche unite costa a costa, e assicurate con chiodi che attraversano due contro filagne ad eguale altezza, e all' interno e all' esterno di ciascun recinto.

595. TURE FONDALI TOTALI O PARZIALI. — Quando le filtrazioni avvengono nel fondo dell'area racchiusa, nè valgono ad ovviare i dannosi effetti di esse gli strumenti o le macchine adoperate per l'aggottamento, l'arte consiglia mezzi e processi differenti per farle cessare e istagnarle, secondo che sono parziali e limitate ad una porzione del fondo, oppure totali ed estese a tutto il fondo.

I mezzi adoperati nel primo caso, consistono in palloni d'argilla secca, o sacchetti di terra argillosa, gittati nel sito in cui si verifica la filtrazione, oppure in un impasto di malta gittato nello stesso luogo della filtrazione, e capace di formare con l'arena del fondo, un cemento atto a reggere alla pressione dell' acqua.

Nel secondo, caso i mezzi adoperati a stagnare le filtrazioni, consistono, o in uno strato di malta idraulica, o calcestruzzo grasso, gittato su tutto il fondo, e il quale ha il vantaggio di favorire l'intima unione del suolo e della fondazione, permettendo alla calce contenuta in eccesso nella malta, o calcestruzzo, di filtrare nel suolo, e convertirlo così in una specie di pudinga, oppure in uno strato di terra sciolta od argillosa, di 30 o 40 centimetri d'altezza, coperto da un tavolato ben unito formato con assi o tavole d'abete, grosse per 2 o 3 centimetri, e le cui commessure d'unione o si ricoprono con strisce di tela oppure con regoli di legno, per così impedire che nulla possa penetrarvi, e il quale tavolato si carica poi di pietre, o infine con altri mezzi che la brevità che mi sono imposto non mi consente di dichiarare distesamente, e che consistono o in strati di sabbia fina o di terra sabbionosa mista a 1/5 o 1/4 del suo volume di calce comune ridotta in pasta, gittati sul fondo della tura, oppure nel distendere sul fondo medesimo una tela catramata ed impermeabile, conosciuta in commercio come tela *umidifuga*, e sulla quale si cola uno strato di malta o calcestruzzo (1).

596. STRUMENTI E MACCHINE IDROVORE O EFFOSSORIE. — Tutti gli strumenti o macchine adoperate per effettuare un aggottamento diconsi *macchine idrovore* o *effossorie*.

La scelta di esse dipende da parecchie circostanze, e principalmente dal volume delle acque, dall' altezza a cui debbono esse venire innalzate nell'aggottamento d'uno stagno o d'un cavo, e dal numero degli uomini di cui si può disporre.

---

(1) Chi volesse avere maggiori sviluppi in proposito, consulti il *Prontuario di stima* del conte Pozzo di San Matteo, vol. secondo; e i *Lavori generali d'architettura civile, stradale e idraulica* del cav. prof. G. Cavalli.

Le macchine le più semplici adoperate in proposito sono le *secchie*, le *bigoncie*, e le *gotazze*, ossia *pale olandesi semplici* o a *castello*

Le secchie sono recipienti a forma di cilindro o di tronco di cono, costruite d'ordinario con doghe di legno riunite attorno ad un disco, pure di legno, formante il fondo, e strette fra loro con cerchi di ferro. Esse sono munite d'un manico in ferro per mezzo del quale le manovra l'operaio per aggottare o vuotare le acque contenute in un cavo o stagno, entro cui egli penetra, quando però queste non sono più alte di m. 0,60 o m 0,75, o che vuota stando sul perimetro del recinto, quando le acque stesse s'elevano maggiormente, e giungono sino a m 1,50 o m 2

In ogni caso l'operaio riempie la secchia e la vuota in un canale, ordinariamente di legno, con cui si manda l'acqua lontana dal luogo suo primitivo.

Le bigoncie sono pur esse in legno, della forma medesima delle secchie, ma maggiori e queste in dimensioni, e perciò maneggiate da due operai

Le gotazze infine sono specie di cucchiai in legno dal lungo manico, e distinguonsi in semplici e a castello, *semplici* se le manovra direttamente un operaio, a *castello*, se di dimensioni maggiori alle semplici, si maneggiano sospendendole per il manico e con una fune ad un castello, formato da tre palotti o pertiche fitte in terra negli angoli d'un triangolo, e riunite nelle loro sommità a mezzo d'una forte legatura

Queste tre macchine però, e sebbene offrano un mezzo prontissimo per effettuare un aggottamento, massime quando si può disporre di molti operai, non sono applicabili che nel caso d'un volume d'acqua d'altezza limitata a m 1,50, o m 2

Quando l'altezza sia maggiore a questo limite, le macchine adoperate per gli aggottamenti sono diverse, e la loro scelta dipende non solo dalle condizioni suespresse per le macchine semplici, ma ancora dalla località in cui devono operare, dagli spostamenti più o meno frequenti della macchina, dalla qualità dell'acqua che devesi estrarre, e infine dalla maggiore o minore attività che deve richiedersi nell'aggottamento

Ora una delle macchine vantaggiosamente adoperate in siffatte congiunture è la catena a cappelletti, o bindolo verticale formato da una catena senza fine, costituita da tanti anelli uniti a maschio e femmina, ed infilati in altrettanti dischi o cappelletti di ferro fermati a metà lunghezza di ciascun anello. Questa catena s'avvolge alla periferia di due rocchetti o pignoni di legno, uno dei quali è immerso nel cavo ad aggottarsi, mentre l'altro, che rimane al di fuori, è quello che riceve l'azione del motore, e produce un movimento rotatorio nella catena, la quale, colla sua parte ascendente percorre un tubo o canna verticale di legno o di metallo di diametro poco

più grande del diametro del cappelletto, lungo fra i 4 e i 6 m., e la di cui estremità inferiore pesca nell'acqua che vuolsi estrarre. Ogni qual volta un disco o cappelletto ascendente, penetra nel tubo, isola una certa quantità d'acqua che si era introdotta anteriormente nel tubo, e seco nel movimento ascendente la solleva, trasportandola fino all'estremità superiore del tubo stesso, raggiunta la quale l'acqua si scarica lateralmente per una doccia.

Secondo le esperienze di *Soyer* riferite nella bell'opera del *Gauthey* (1) un uomo può elevare giornalmente col mezzo d'un bindolo verticale da 120 a 124 metri cubi d'acqua ad 1 metro d'altezza.

Lo stesso *Soyer* ha osservato che il volume d'acqua elevato da un bindolo la cui manovella faccia da 20 a 25 giri al minuto primo, sta al volume che eleverebbe lo stesso bindolo ove non soffrisse perdita d'acqua per le fughe continue che hanno luogo fra i lembi dei cappelletti e le pareti del tubo, quasi nel rapporto di 64 : 100. Per non subire la perdita che è differenza fra il valore teorico e l'effettivo bisognerebbe che la manovella facesse dai 45 ai 50 giri al minuto.

Molte volte la catena a cappelletti viene disposta inclinata all'orizzonte, come lo è pure in allora il tubo per cui s'eleva l'acqua che si estrae dallo scavo da aggottare, e la quale esce dalla estremità superiore del tubo medesimo, appositamente aperto, e unito ad una doccia o canale di legno in cui si scarica l'acqua estratta. In tal caso il bindolo dicesi inclinato.

Stimano molti che l'altezza maggiore dell'acqua in cui si possa applicare il bindolo inclinato, con lunghezze variabili fra 5 e 7 metri, sia di metri 3.

Tanto il bindolo inclinato però, quanto il verticale non sono fra le migliori macchine effossorie, attese le gravi spese che comportano, sia per le frequenti riparazioni cui ne obbligano a causa che le sabbie e le pietruzze che quasi sempre l'acqua trascina seco dentro il tubo, oltrecchè interrompono il lavoro, spesso producono lo strappamento della catena, sia per il tempo che richiedono per essere trasportati ed ammanniti nelle località nelle quali si vorrebbero adoperare.

Meglio dei bindoli offrono buon risultato pratico le *ruote a palmette, e a cassette*, la *vite d'Archimede*, la *noria* e le *trombe*, macchine tutte che io vorrei descrivere se la brevità dell'opera non me la vietasse, e se la descrizione a viva voce dell'insegnante, da cui aspetto ed invoco per ogni parte dell'opera mia il valevole aiuto, non valesse assai più di ogni mia parola.

---

(1) *Traité de la construction des ponts*, par Gauthey.

Mi limito perciò a descrivere la vite d'Archimede siccome quella che più comunemente ha maggiori applicazioni.

Sebbene in generale la vite d'Archimede consista in un cilindro ordinariamente di legno che ne forma l'asse, su cui è avvolto un tubo metallico foggiato a spira, pure la vite che più di sovente s'adopera si compone d'un'anima o asse cilindrico in legno o in ferro che serve di asse di rotazione, d'un'ala o diaframma di legno avvolto intorno all'asse a foggia di verme da vite, e d'un involucro cilindrico assicurato ai lembi della spira, e formato con tavole di legno forte assicurate fra loro da cerchi in ferro.

La lunghezza della vite è d'ordinario dai 5 ai 6 metri col diametro interno del cilindro dai m. 0,40 ai m. 0,45. Essa viene impiegata, inclinata d'un certo numero di gradi all'orizzonte, per elevare l'acqua dai 2 ai 3 metri d'altezza, e viene mossa da 2 o più operai. Siccome però il far ruotare una manovella inclinata, riesce un lavoro penoso per l'operaio, e rende conseguentemente minore l'effetto utile della vite, così o s'impiega per motore la forza di grossi quadrupedi, o del vapore, o d'una corrente d'acqua, oppure applicandovi l'uomo, si congegna a modo la manovella della vite da far derivare il suo movimento rotatorio, dal movimento circolare alternativo d'una leva che viene tirata dagli uomini, e che agisce alla stessa guisa del pedale dell'arrotino.

Si calcola che un operaio manovrando una vite d'Archimede ben disposta, possa produrre all'ora un effetto utile equivalente a 15 m. c. d'acqua elevati a 1 metro d'altezza.

597. Muratura di fondazione. — Vuotato lo spazio chiuso con la tura dell'acqua che conteneva, e posta a nudo la superficie del suolo su cui devesi fondare l'opera d'arte, si costruisce la muratura di fondazione con le norme dianzi dette per le murature di fondazioni ordinarie o comuni, impiegando però la malta formata con calce idraulica. Che se i fondamenti dovessero avere una considerevole grossezza, e la calce idraulica fosse di troppo dispendio, si potrebbe risparmiare la malta idraulica per tutto il muramento, riservandola alla base e ai paramenti del muro, e costruendo il nucleo interno del muro medesimo con malta di calce comune.

598. Fondazioni con cassoni. — Le fondazioni con cassoni si eseguiscono costruendo la muratura di fondazione entro un cassone che si affonda nell'acqua, e il cui fondo riposa costantemente sul suolo naturale ove questo sia di natura incompressibile, oppure sopra le teste di pali prima conficcati sul suolo e tagliati al medesimo livello, mentre le sponde o pareti laterali sono tolte tosto che la muratura di fondazione sia ultimata, e il cassone col suo fondo sia giunto al sito designato.

Generalmente il fondo del cassone è costruito come le piattaforme che si fanno riposare sulle teste dei pali; ha però i tavoloni che ne formano il piano di base calafatati a prova d'acqua. — La sua figura è sempre eguale a quella della base del muro, che deve su di esso costruirsi, ne è però più grande in dimensioni, perchè fra i lembi del fondo e i paramenti del muro rimanga lateralmente uno spazio di m. 0,70 a m. 0,80 per così dar campo agli operai muratori di costruire il muro con ordine e speditezza.

I fianchi dei cassoni sono formati da ritti piantati nelle travi perimetrali del fondo, e da tavoloni disposti orizzontalmente e nel senso della lunghezza, e ritenuti da scanalature praticate nei detti ritti. Questi fianchi poi, o pareti laterali dei cassoni, sono tenuti saldamente uniti a mezzo di catene in ferro attraversate alle loro estremità da tiranti pure in ferro, e i quali attaccati in basso ad un uncino che sporge dalle travi perimetrali corrispondenti del fondo, sono superiormente fermati a mezzo di madreviti, togliendo le quali si possono levare le catene orizzontali, e quindi scomporre i fianchi o le pareti del cassone. — Questi fianchi poi si tengono alti per modo che possano emergere di m. 0,20 o m. 0,30 dall'acqua giunto che sia il fondo del cassone a posarsi sul suolo, e si rafforzano con puntelli interni che si tolgono mano mano che il muro s'innalza e che sono d'impedimento alla sua costruzione, sostituendone altri più corti, fitti qua e là tra le pareti del muro e del cassone.

Costruiti che siensi i cassoni in luogo adatto, e fuori dell'acqua, si conducono a galla fino al luogo designato, e in direzione della loro larghezza, e fermati ad immobili capi saldi a mezzo di funi, si costruisce il muro di fondazione sul fondo di essi. — Mano mano che il muro s'innalza, s'aumenta il peso del cassone, e questo s'affonda, mantenendosi orizzontale a mezzo delle funi con cui fu legato ai capi saldi, e le quali s'allungano gradatamente e fino a che il cassone riposa o sul suolo conguagliato a livello se è di natura capace di reggere il peso del sovraposto edifizio, oppure sopra una palificata, se il fondo naturale del terreno non ne assicura la maggiore resistenza.

Per la più regolare ed uniforme discesa od affondamento del cassone, è necessario che la costruzione della muratura cresca egualmente in altezza in tutti i punti, ed è poi bene progredire nella stessa costruzione senza interruzione, con squadre d'operai che s'alternano giorno e notte, per prevenire colla sollecitudine del lavoro, qualunque accidente potesse aumentare la difficoltà o alterare la riuscita dell'opera.

Giunto il cassone alla designata profondità, e innalzata la muratura a tale altezza che l'acqua non possa impedire di lavorare, si distaccano e si tolgono i fianchi del cassone, mentre il fondo rimane stabilmente in opera, a fare sotto i fondamenti, l'ufficio d'una piattaforma comune

Ove per la grande estensione della base della muratura a costruirsi, fosse difficile operare a mezzo d'un solo cassone, si dovrebbe operare su più cassoni distanti lo meno possibile fra loro, e affondare le murature costruite su ciascuno, come se fosse un solo cassone ad affondare, per indi collegare fra loro queste diverse murature, considerate quali differenti pilastri, sia affondando fra gli intervalli di questi pilastri, delle palanche radenti però quanto più possibilmente i paramenti dei pilastri medesimi, e immergendo nelle paratie formate per tal guisa, del calcestruzzo, che coll'assodarsi unisce e collega l'uno all'altro pilastro, precedentemente costruiti con morse per il maggior collegamento medesimo, sia costruendo delle piccole vôlte impostate sui fianchi di due pilastri contigui, per poi continuar sopra le medesime il muramento dell'opera d'arte richiesta.

Spesso, ed ove si abbia un suolo resistente, si costruiscono le fondazioni a mezzo di cassoni senza fondo, le cui pareti però rimangono costantemente nell'acqua

In proposito, è d'uopo ridurre prima per quanto più è possibile orizzontale la base delle fondazioni a farsi, ossia la località su cui devonsi impiantare le fondazioni, e su di essa far discendere un cassone senza fondo, in legno o in metallo, entro il quale si cola un buon strato di calcestruzzo da servire siccome di fondo al cassone, e di base alla muratura dell'opera da costruirsi. — Espulsa quindi l'acqua contenuta dentro il cassone a mezzo dell'apparato effossorio che si stimerà più opportuno, si incomincierà sopra la base di calcestruzzo la costruzione della muratura come per entro uno spazio chiuso da una tura.

Ove il suolo su cui devono riposare le sponde del cassone fosse roccioso, nè fosse possibile ridurlo a un piano orizzontale, converrebbe, a mezzo di accurati sondaggi, rilevarne il suo profilo, e tagliare inferiormente le sponde del cassone medesimo, in corrispondenza al rilevato profilo, per farlo così adagiare il più stabilmente

599 Fondazioni idrauliche a scogliera e su palificate — Questi buoni mezzi di fondazioni idrauliche, furono già studiati ai paragr. 548, e 575 e seguenti Tralascio perciò di descriverli di nuovo, e m'occupo più volentieri di fare un cenno di quei nuovi mezzi di fondazione che l'arte del costrurre vanta di presente, e ai quali essa deve la costruzione di opere gigantesche là dove prima l'ingegno e il braccio dell'uomo, riescivano inefficaci, e pur anche inapplicabili

600 Varii altri mezzi per fondazioni idrauliche — Obbligato però dallo scopo del libro mio a tenermi fra limiti ristrettissimi, mi duole dovermi limitare a un brevissimo cenno di questi nuovi mezzi, i principali dei quali sono le *fondazioni tubulari ad aria compressa*, e le *fondazioni ad aria compressa con cassoni*.

Consiste il primo, nell'affondare verticalmente alcuni cilindri in ferro o in ghisa, aperti nella base inferiore e chiusi nella superiore, nel sito in cui devesi costruire la fondazione, nel discacciare l'acqua che dentro di essi si trova a mezzo dell'aria compressa, per indi dopo d'aver fatto scavare il terreno racchiuso da detti cilindri fino allo strato di maggior consistenza, ed aver estratto le materie sterrate, riempiere questi cilindri di muratura regolare o calcestruzzo, formando così tanti pilastri o colonne valevoli a sostenere il peso dell'opera d'arte che su di essi s'innalza

Il secondo metodo non differisce dal primo, che nella sostituzione ai cilindri di cassoni in ferro a sezione rettangolare assai più grande della sezione retta dei cilindri usati nel primo metodo, e nei quali cassoni si costruisce una camicia interna di muratura in pietra da taglio mano mano che il cassone s'affonda, e mano mano che si discaccia l'acqua a mezzo dell'aria compressa e si sterrano le materie scavate nell'interno del cassone, per indi riempiere il vano intermedio di calcestruzzo ed avere così una massa muraria assai più estesa di quello non sia il masso murario costrutto nei cilindri del primo metodo.

LIBRO QUINTO

Lavori in legname e in ferro.

Capitolo I.

Lavori in legname.

601. Taglio del legname. — Sotto la denominazione di *taglio del legname*, intendonsi tutte quelle operazioni che si fanno sul legname già squadrato allo scopo di congiungere più pezzi a modo da formarne un sol tutto, solido, e resistente lungamente alle cause che tendono a deformarlo, soddisfacendo al tempo stesso all'ufficio cui l'arte lo destina.

L'uso, cui più comunemente questo taglio si applica, è per la formazione dei solai, delle armature destinate a sostegno dei coperti degli edifizi, delle centine per la costruzione delle volte, dei ponti di servizio, e mille altre opere consimili.

Non è a dirsi ora di quanta utilità sia l'applicazione del *taglio del legname*, chè pur troppo ne lasciano di esso persuasi le moltissime opere permanenti o provvisorie, o temporanee, a cui continuamente ricorrismo. Solo è a ritenere, che come in ogni altra opera d'arte, anche nelle op-

plicazioni tutte dei taglio del legname, la perfezione e la solidità non si raggiungono che con la maggiore esattezza nell'esecuzione del taglio, e col più assennato e giudizioso impiego delle materie, in quelle dimensioni che la statica in generale, e la destinazione ultima dell'opera ne consigliano.

Riservandomi a descrivere meglio nel seguente libro le opere speciali che sono il risultato delle principali applicazioni del *taglio del legname*, mi limito di presente allo studio delle preliminari operazioni del taglio medesimo, quali sono le *connessioni* e le *congiunzioni*.

Valgono le prime ad unire fra loro lo meglio possibile, due membri o parti d'un sistema che s'incontrano ad angolo retto, o ad angolo qualunque. Valgono le seconde invece, ossia le *congiunzioni*, a congiungere od unire fra loro, in lunghezza, larghezza, o grossezza, due o più pezzi destinati a formare un membro o una parte speciale d'un sistema o di un'opera di legname.

602 Connessioni — La forma delle connessioni, e le dimensioni adottate per esse, variano secondo la posizione relativa dei due membri dopo la loro connessione, secondo il genere di resistenza che ciascun pezzo deve svolgere, e secondo infine le dimensioni stesse dei membri ad unirsi.

In generale, le dimensioni delle forme delle differenti connessioni, sono ormai stabilite dall'arte e dall'esperienza, e non è lecito allontanarci da quei limiti già prefissi per spirito d'innovazione, o col dubbio della riuscita.

Le forme poi si classificano in due categorie, secondo che le connessioni valgono ad unire due membri a squadra o ad angolo retto, oppure due membri ad angolo qualunque.

Ciascuna delle varie forme poi delle differenti categorie ha denominazione particolare, sotto la quale ciascuna connessione è meglio conosciuta in arte.

603 Connessioni a squadra — Le connessioni o le unioni dei pezzi a squadra, hanno luogo tutte le volte che le linee principali d'un'opera s'incontrano ad angolo retto. Ora in queste connessioni possono darsi tre casi: 1° o che l'estremo d'uno dei pezzi o unirsi incontri l'altro ad un punto qualunque della sua lunghezza; 2° o che i due pezzi ad unirsi si incrocino in un punto qualunque della loro lunghezza, non però agli estremi; 3° infine che i due pezzi si debbano unire in uno delle estremità di ciascuno.

Del primo caso sono buon esempio la connessione od unione *a dente e mortisa*, rappresentata dalla figura 45ª, e il cui dente suolsi fare di grossezza eguale al 1/3 della grossezza dei pezzi, e di lunghezza eguale

ai 2/3 o 3/4 della stessa grossezza, la connessione a *mezza grossezza* rappresentata dalla figura 46ª, e che si assicura con chiodi o con cavigllo di legname o ferro, la connessione a coda di rondine rappresentata dalla figura 47ª, e che si eseguisce dando alla estremità della coda i 2/3 della larghezza del trave, al collo 1/3 della stessa larghezza, e 5/6 della larghezza medesima alla lunghezza della coda.

Del secondo caso può offrircene l'esempio la stessa figura 46ª praticando però la intaccatura a mezza grossezza, in quel punto della lunghezza dei pezzi che devono incrociarsi.

Del terzo caso infine ne sono buon esempio le connessioni a doppia coda di rondine tanto visibile quanto nascosta, come mostrano le figure 48ª e 49ª.

604. Connessioni di due membri ad angolo qualunque. — Anche queste connessioni possono presentare alcuni casi, e precisamente, 1° di incontrare l'uno col suo estremo l'altro pezzo nel mezzo della sua lunghezza, 2° o d'incontrarsi entrambi in un punto qualunque della loro lunghezza, 3° o finalmente nei loro estremi.

Qualunque però di questi casi ci si presenti, è duopo curare che l'intaccatura non indebolisca i due membri, tanto più, nel 1° e nel 3° caso, chè lo sforzo che prova il membro incontrato, si decompone sempre in due sforzi, uno tendente a flettere, l'altro a distendere il membro medesimo, causa l'obliquità dell'incontro. È duopo poi avvertire di non fare l'intaccatura nè tanto superficiale, nè tanto all'estremo, nel membro che viene incontrato, per non indebolire la forza con cui le fibre del legno aderiscono fra loro, e che vale ad opporsi in grandissima parte, allo scorrimento, che l'obliquità dell'incontro, tende a produrre nel membro incontrante.

Sono esempio di queste unioni, la *connessione a mezza grossezza e con dente nascosto* rappresentato dalla figura 50ª, la *connessione marginale o a semplice dente cuneiforme*, rappresentato dalla fig. 51ª, e la *connessione marginale o a semplice dente cuneiforme nascosto*, rappresentato dalla fig. 52ª.

605. Congiunzioni. — Le congiunzioni variano di forma e di dimensioni secondo che valgono a congiungere due pezzi nel senso della lunghezza, oppure della larghezza, o finalmente della grossezza dei pezzi stessi.

606. Congiunzione di due pezzi nel senso della lunghezza. — Quando un pezzo, con dimensioni di larghezza e grossezza valevoli a fargli sopportare un peso di cui può essere gravato verticalmente, difetta di lunghezza, si congiunge a un altro di eguali dimensioni in larghezza e grossezza, con una delle congiunzioni rappresentate dalle figure 53ª, 54ª, 55ª, e denominate, *congiunzione a doppia coda di rondine, congiunzione cruciforme, e congiunzione capriolata.*

Spesso si usano congiunzioni senza intaccature, e si compiono come le mostrano le figure 56ª e 57ª, con cerchioni di ferro, senza, o con mensoletta, o come le mostrano le figure 58ª e 59ª, riunendo così due e anche quattro colonne o pilastri senza intaccature, e per semplice sovrapposizione, consolidandole però a mezzo di caviglie, bolzoni, e cerchiature di ferro, strette, se occorre, da zeppe

607 CONGIUNZIONI IN LARGHEZZA E GROSSEZZA. — Queste congiunzioni sono in modo speciale applicate a comporre travi, necessarie nella formazione delle piattaforme, dei solai, delle armature di tetti, e in generale di tutti quei sistemi di travi generalmente ad asse rettilineo, e atte ad offrire un sostegno solido e resistente a tavolati, coperture, pavimenti, ecc. Diconsi perciò queste travi, *travi composte*, anche per distinguerle da quelle travi che vengono impiegate quali le offre la *squadratura* del legname, e che si conoscono meglio col nome di travi *semplici*.

Nelle travi composte si comprendono anche le travi congiunte per lunghezza, quando però il piano della congiunzione rimanga orizzontale

608. DIVERSI TIPI DI TRAVI COMPOSTE — Le figure 60ª, 61ª, 62ª ne offrono differenti tipi di travi composte, formate la prima con calettatura a maschio e femmina praticata frequentemente per unire costa a costa delle tavole, tavoloni, travi, palanche ecc., che debbono formare dei piani solidamente connessi e resistenti come un tutt'insieme oppure con denti obbliqui o a sega come li mostrano la seconda e la terza figura suespressa

Questi denti secondo *Duhamel* debbono essere grossi per 1/7 della grossezza del trave, e lunghi non meno del triplo della loro grossezza Spesso poi entro i vani lasciati dai risalti dei denti, si cacciano a forza, dei maschi sciolti formati con legno più duro, allo scopo di raggiungere una maggior perfezione nel contatto

Un altro tipo di travi composte ci viene offerto dalle così dette *travi all'americana*, rappresentate dalla figura 63ª, e impiegate vantaggiosamente per superare grandi portate. Esse sono formate da travi longitudinali *a* disposte parallelamente, e tenute equidistanti a mezzo di travi verticali *b* che valgono anche a serrare un traliccio formato da pezzi *c* inclinati a 45°, spesso connessi fra loro a mezza grossezza, e inchiavardati fortemente ai travi paralelli *a*, *a*

609 TRAVI ARMATE. — Quando occorra di far sopportare carichi troppo grandi relativamente alla sezione delle travi, siano esse semplici o composte, e impedire grandi flessioni, usasi in arte di formare le *travi armate*, le quali non sono altro che travi convenientemente rinforzate da membri di consolidamento. — Le figure 64ª, 65ª, e 66ª ci offrono esempio di travi armate in legno e in ferro. La prima di esse rappresenta una trave *a*, armata nella sua parte superiore con due puntoni *b* estremi e con

un pezzo centrale *c*, strettamente legati alla trave *a* a mezzo di fasciature in ferro. La pratica consiglia a non fare le congiunzioni dei puntoni colla trave, a distanza minore di m 0,50 dagli estremi della trave medesima, per ovviare allo scorrimento del puntone sulla trave, scorrimento che si produrrebbe ove per la flessione della trave, le intaccature fatte agli estremi di essa non reggessero agli sforzi dei puntoni per distendersi.

La seconda delle indicate figure, ossia la 65ª presenta una trave armata con la congiunzione di due travi a denti obbliqui, traversate nella loro grossezza da caviglie di ferro, e rassicurate meglio con maschi di legno duro cacciati a forza nei vani lasciati dai risalti dei denti.

La figura 66ª infine rappresenta una trave armata in ferro, ed avente le estremità fermate in due scatole di ferro o di ghisa, alle quali si vitano gli estremi d'un tirante che passa per una, due, o più saette di ghisa, secondo la lunghezza della trave, fermate nella faccia inferiore della trave medesima.

La trave si arma stringendo a mezzo di dadi con chiocciola gli estremi del tirante sulle scatole di ghisa, fino a che il tirante stesso sia tanto teso da curvare alquanto, e superiormente la trave colla convessità in alto.

610. Archi di tavole. — Un'ultima applicazione delle *congiunzioni*, si fa nella costruzione di archi di legname a mezzo di tavole poste a contatto faccia a faccia, sia colla larghezza nel senso del raggio di curvatura dell'arco, sia colla grossezza nella stessa direzione.

Col primo metodo, e che comunemente si attribuisce a *Filiberto Delorme* le tavole rimangono piane, e la forma esterna della curva dell'arco, si ottiene, togliendo dalla larghezza delle tavole i triangoli mistilinei che vi sopravanzano, col secondo invece, e il quale si deve al colonnello *Emy*, essendo le tavole collocate di piatto, si curvano prima artificialmente secondo la curva definitiva dell'arco.

Gli archi alla Delorme possono presentare la curva tanto all'intradosso che all'estradosso, nel qual caso la larghezza delle tavole deve coprire la distanza di queste curve; oppure dal solo intradosso od estradosso, nel qual caso le coste delle tavole hanno da essere rotondate solo dalla parte della curva dell'arco.

La costruzione di questi archi si fa a strati di tavole, congiunte nella loro lunghezza e in direzione del centro di curvatura, come presenta la figura 67ª, e a modo che i giunti d'uno strato cadano nel mezzo della lunghezza delle tavole dell'altro strato. Essi poi si completano traversando i giunti delle tavole con correnti nel modo espresso dalla figura, e grossi per tante volte la grossezza delle tavole quante sono le tavole stesse, e larghi per il doppio della grossezza avuta. Questi correnti poi si forano

da ciascun lato delle tavole, e nei fori s'introducono dei tasselli di legno duro, per stringere insieme le tavole accoppiate.

Gli archi all'Emy, costruiti sempre con corde semicircolari, sono formati da più corsi di tavole, incurvate preventivamente sopra una forma cilindrica, e congiunte a modo che i giunti d'un corso cadano sempre sul mezzo dei giunti del corso precedente e successivo. Sono poi assicurate saldamente a mezzo di bolzoni, di staffe, e coppie d'ascialoni coi quali le tavole stesse sono inchiavardate sopra e sotto l'arco, per modo da rendere più rigido il sistema. La figura 68ª offre un esempio di un arco all'Emy.

Capitolo II.

Lavori in ferro.

611. I lavori in ferro riguardano particolarmente le differenti sorta di travi che, in ferro duttile, in lamiera, o in ghisa, si costruiscono per le travate metalliche dei ponti in specie.

Esse travi sono semplici o composte, secondo che si adoperano quali uscirono dal laminatoio, o dalle stampe se in ferro o in ghisa, oppure si compongono a mezzo di congiunzioni differenti come meglio vedremo in avanti.

612. Travi semplici. — D'ordinario le travi semplici sono in ferro, con sezione trasversale in forma di doppio T, lunghe non più di m. 8, alte da m. 0,1 a m. 0,30, grosse nel mezzo fra m. 0,005 e m. 0,012, e con larghezza nelle tavole, inferiore e superiore, compresa fra m. 0,045 e m. 0,120.

613. Travi composte. — Le travi composte sono in ferro duttile, in lamiera e in ghisa.

Ponendo assieme due o più travi semplici a doppio T, e assicurandole fra loro a mezzo di cerchiature in ferro distanti fra loro m. 0,70, e a mezzo di spranghe pure in ferro e a sezione quadrata, collocate diagonalmente fra le tavole delle travi, come dimostra la figura 69ª, si formano delle travi composte di notevolissima solidità.

Per formare le travi composte di lamiera, travi usitatissime sotto variate forme per le travate dei ponti, dei viadotti, per le coperture delle fabbriche, impalcature di camere ecc., ne occorre conoscere particolarmente l'operazione del chiodamento, con la quale le lamine si congiungono fra loro, e a' ferri di forme speciali che ne assicurano e ne aumentano la solidità.

614. Qualità da richiedersi nelle lastre. — Prima ancora del

chiodamento ne conviene riconoscere se le lamine che voglionsi impiegare hanno quelle buone qualità che l'esperienza ha giudicato in esse necessarie. Ora la prima qualità a ricercarsi nelle lamine è l'omogeneità, la quale si verifica dai bordi delle lastre allorquando vengono tagliate e dal suono chiaro che devono far sentire in tutte le parti quando siano battute con un pezzo di ferro. Il taglio fatto nella lastra colla forbice deve essere grasso, a modo cioè che i filamenti che la forbice lascia si stacchino senza che si rompano.

Le lamine poi hanno da essere resistenti tanto nel senso del laminaggio che in senso a questo perpendicolare. D'ordinario la resistenza alla trazione nel senso del laminaggio è limitata a 32 chilogrammi per millimetro quadrato, e a soli 30 chilogrammi nel senso perpendicolare, sebbene le lamine stesse non si sottopongano mai a trazioni che sorpassino, e in casi eventuali, gli 8 chilogrammi per millim. quad.

615. Operazioni del chiodamento. — Prima di chiodarsi, le lamine debbono raddrizzarsi o appianarsi. Il raddrizzamento si fa a freddo e senza ricottura delle lamine. In proposito s'adoperano dei grandi blocchi di ghisa a superficie piana, sulla quale si posano le lamine che si martellano con magli pesanti dai 7 ai 9 chilogrammi. È provato che per lamine lunghe m. 8, e larghe m. 0,90 occorrono un capo operaio e due o tre martellatori, i quali appianano e raddrizzano dai 30 ai 45 m. q. di lamine in una giornata di 10 ore.

Raddrizzato che siasi la lamina, si tracciano in essa i fori pei chiodi.

In questa operazione le lamine si distinguono in lamine di piccole o grandi dimensioni.

Le prime, e le quali possono servire come *placche d'unione* o *coprigiunti*, si usano forare sovrapponendo ad esse, e nella direzione dei fori a farsi, un'altra lamina delle stesse dimensioni, presa come sagoma o campione, e forata preventivamente con piccoli buchi che si pongono in corrispondenza al centro dei fori a farsi. Un operaio segnati con una punta questi centri, toglie la sagoma o il campione, e con un punzone a tre punte segna due diametri ad angolo retto, incontrantisi però nel centro già segnato del rispettivo foro.

Nelle lastre di grandi dimensioni invece si segnano prima le linee dei centri, e la distanza dell'orlo o bordo del primo foro, e quindi con la macchina da forare si fanno segnare le distanze dei centri.

Segnati di questo modo i fori si viene alla loro esecuzione, la quale differisce secondo che si tratta di piccoli o di grandi lavori.

Per piccoli lavori si adoprano punzoni od eccentrico, ossia delle macchine nelle quali il punzone o il suo movimento rettilineo alternativo, è prodotto da un eccentrico. Anzichè un punzone, havvi spesso un porta

punzoni, munito di 2 o 3 punzoni allo scopo di accelerare il lavoro della foratura. I punzoni sono d'acciaio temperato, e traversano la lastra penetrando nel foro d'una matrice, pur essa d'acciaio temperato e posta sotto la lamina a modo che il centro di essa sia nella stessa linea verticale del centro del foro.

Pei grandi lavori poi si adoprano macchine di vario genere, e con le quali si eseguiscono i fori con maggior rapidità ed esattezza. Vi sono macchine da forare, che fanno fin 2000 buchi in una giornata di 10 ore.

L'esattezza della foratura richiede che due fori sovrapposti coincidano a modo che la loro eccentricità non superi 1/30 del diametro del foro. I fori inoltre debbono essere cilindrici, e senza filamenti, lo che si ottiene con la buona manutenzione dei punzoni, e col lasciar poco spazio laterale fra essi e la matrice.

Eseguita la foratura, se le dimensioni delle lamine forate superano di m. 0,01 le dimensioni richieste, si riducono a queste col taglio con le forbici, se poi le dimensioni delle lamine non obbligano al taglio, si riuniscono insieme molte di esse coi fori in corrispondenza, e fatti questi traversare da chiavarde, si piallano le lamine ai bordi a mezzo di bulini, che agiscono verticalmente sui fianchi del pacco delle lamine.

Il chiodamento infine, e tanto che si compia alle officine di costruzione, quanto in prossimità del luogo in cui le lamine vengono impiegate, si fa su cantieri alti da terra per m. 0,80 o m. 0,90 affinchè un uomo possa starvi di sotto a lavorare. Le lamine sono marcate, e poste sui cantieri nelle posizioni che debbono occupare, sono traversate da chiodi che mano mano vengono ribaditi.

Il ribadimento si fa in due maniere, a mano cioè, o con macchine. Nel primo caso occorre una brigata di tre operai, un battitore cioè, uno che sostiene i colpi, e un terzo, ordinariamente un fanciullo, che scalda i chiodi in piccole fucine volanti, o in forni speciali da preferirsi sempre, e che possono bastare anche a cinque brigate d'operai. Tosto che il chiodo è riscaldato vien gittato agli operai ribaditori, fra i quali quello che sostiene i colpi, lo piglia con una tanaglia, lo introduce nel foro delle lamine dal di sotto in su, e così lo sostiene con un ordigno, detto tecnicamente *turco*. Il battitore percuote prima le lamine, per portarle meglio a contatto, con un martello di 4 chilogrammi, indi schiaccia il chiodo, e ne forma la testa, con un ordigno che ha in concavo la dimensione della testa, e sul quale percuote con un martello di 9 chilogrammi.

616 Condizioni del buon ribadimento a mano. — Il ribadimento a mano, perchè sia buono deve soddisfare alle seguenti condizioni:

1° che il diametro del chiodo a freddo non sia minore del diametro del foro di oltre un millimetro, a un millimetro e mezzo. In pra-

tica il diametro del gambo del chiodo suolsi fare presso che il doppio della grossezza della lamina;

2° che affine di formare bene rotondata la testa del chiodo, la lunghezza del gambo di essa non deva oltrepassare la grossezza da riunire di un dato limite, variabile a seconda delle lamine e dei lavori;

3° che la temperatura del chiodo al momento della posa corrisponda al bianco, e alla fine del chiodamento, o meglio del ribadimento del chiodo, sia sempre al color rosso cupo;

4° che le teste siano concentriche con l'asse del gambo del chiodo, e non presentino alcun difetto massime nel senso laterale,

5° infine, che il rapporto fra la lunghezza del chiodo ed il suo diametro sia il più piccolo possibile, acciò il ribadimento abbia luogo su tutta la lunghezza, e che il diametro non sia molto grande per non richiedere martelli troppo pesanti. Fino ai 25 millimetri di diametro, un chiodo si può ribadire con martelli di 4 chilogrammi.

L'esperienza ne apprende che in media, e in una giornata di 10 ore, ove il ribadimento si faccia su piani orizzontali, la brigata d'operai di sopra detta, può ribadire:

chiodi 200, se i chiodi hanno m m 18 di diametro
» » . . . . » 20 »
» da 100 a 125 » 22 »
» » 90 a 100 » 25 »
e 1/4 di questi numeri se su piano verticale

Il ribadimento a mezzo di macchine, oltre che riesce più perfetto, dà risultati di molto maggiori ai supposti. Si hanno macchine che in una giornata di lavoro ribadiscono 2000, 3600, e fin 5000 chiodi, non impiegando che tre o quattro uomini nella manovra di esse.

È un'osservazione che ne consiglia la pratica per meglio ottenere la chiodatura, quella di curare, che le distanze dei chiodi e il loro diametro, sieno, per quanto è possibile uniformi. La maggior semplicità della costruzione, e la più grande uniformità nel lavoro, sono da ricercarsi non solo per il vantaggio maggiore che può tornare al fabbricante, ma ancora perchè se ne ottengono risultati più esatti e più sicuri.

617. FERRI SPECIALI NECESSARII NEL COMPORRE DELLE TRAVI A MEZZO DI LAMINE. — A parte le lamine di piccole dimensioni che si adoprano per coprire le giunture delle lamine a unirsi, o a chiodarsi, e che perciò appunto si dicono *copri giunti*, nella chiodatura delle lamine e massime per gli angoli che si formano, occorrono ferri di forme speciali, le quali però possono anche comprendersi sotto due tipi principali, i *ferri ad angolo*, cioè e comunemente detti anche *cornière*, e i ferri a forma di semplice T rappresentati dalle figure 69ª e 70ª.

I ferri d'angolo possono essere ad angolo retto od acuto, ed ali eguali o diseguali. D'ordinario però le ali sono eguali, e l'angolo è retto. I ferri ad angolo acuto hanno lo spigolo del vertice rotondato.

I ferri a semplice T sono molto adoperati o come armature di pareti verticali, o come copri giunti nella composizione delle travate in ferro, o come diagonali nelle travi a traliccio.

Anche i ferri ad angolo e a semplice T si raddrizzano o all'officina del costruttore, o in un cantiere in prossimità al luogo d'impiego, sopra incudini di forma speciale, ai cui lati sonovi dei cavalletti, portanti dei rulli che sostengono in vari punti il materiale che si lavora, impedendo per tal guisa che il materiale stesso s'incurvi.

Occorrendo di raddrizzare questi ferri speciali, non abbisognano in proposito più di due operai, all'uno dei quali è affidata l'esecuzione del raddrizzamento, mentre l'altro, il battitore, percuote i ferri con un martello che varia di peso fra i 7 o i 9 chilogrammi. Si stima che con queste brigate di due operai, si raddrizzino da 90 a 100 metri correnti di ferri speciali in una giornata di 10 ore.

618. Tipi differenti di congiunzione di lamine. — Ecco ora i principali tipi della congiunzione delle lamine.

Le figure 71ª e 72ª presentano una chiodatura a sovrapposizione e ad una sola fila di chiodi, ossia a semplice chiodatura.

Le figure 73ª e 74ª sono chiodature a sovraposizione con chiodatura doppia, ossia a due fila di chiodi.

Le figure 75ª, 76ª e 77ª sono chiodature a sovraposizione con chiodatura multipla, ossia a molte fila di chiodi.

Spesso le lamine non si sovrapongono, ma sibbene se ne pongono a contatto gli estremi, e poi si cuopre la loro linea d'unione, ora da una sola parte, ora da tutte e due, con pezzi di lamina, che come già notai diconsi coprigiunti, per cui la chiodatura così ottenuta, dicesi *a ricoprimento* con un solo *coprigiunto*, oppure con due, e a semplice, o doppia, a multiplo chiodatura per lamina, se per lamina vi è una, due, o più fila di chiodi.

Le figure 78ª, 79ª, 80ª e 81ª ci offrono esempio di questi ultimi tipi di chiodature.

619. Travi composte con lamine di ferro. — Differentissimi, e non pochi sono i tipi, a'quali si conformano le travi composte con lamine di ferro, e ferri d'angolo o di consolidamento.

Tra i più semplici tipi sono le travi conformate come le presentano le figure 82ª e 83ª, e dalle quali è dato facilmente d'apprendere la loro composizione senza bisogno di descriverla a parole.

Tipi più complicati sono invece quelli offertici dalle figure 84ª, 85ª e 86ª,

conosciuti comunemente: il primo sotto la denominazione di travi *a traliccio*, o a parete reticolata, travi assai più leggiere di quelle a parete continua; il secondo di travi *tubulari*, o a doppia *parete verticale*, e vantaggiosamente applicabili in quelle circostanze nelle quali occorrono travi di considerevole resistenza, e con altezza talmente limitata da essere necessario un gran numero di lamine orizzontali per formare un trave a doppio T; il terzo infine, sotto la denominazione di travi *cellulari*, e da applicarsi nelle grandi portate.

Anche per questi tipi la figura ne dice abbastanza il modo con cui sono formati.

620. Travi in ghisa. — Anche le travi in ghisa si conformano a semplice o a doppio T, nel qual caso, massime adoperando dei ferracci comuni, usasi di fare l'area della tavola inferiore, siccome quella che nella flessione del trave soffre uno sforzo di trazione, dalle 2 alle 4 volte l'area della tavola superiore, che nella flessione medesima del trave soffre uno sforzo di compressione.

621. Connessione di pezzi di ghisa. — Oltre la conformazione a travi la ghisa s'adopera nei lavori d'arte sotto altre forme che si ottengono a mezzo degli stampi. Però, e sebbene i pezzi di ghisa ricevano dal getto stesso le forme adatte ai differenti generi di resistenza cui si applicano, nè occorra perciò di formarne delle travi armate come si praticò nelle travi di legname per renderle più resistenti, pure causa la difficoltà di stampare pezzi più lunghi di 8 metri e più pesanti di 3 o 4 mila chilogrammi, ne avviene spessissimo di dover congiungere più pezzi per formare quei solidi di lunghezza e peso prestabiliti, sia nel senso dell'altezza, come in esempio, per congiungere gli archi delle travate coi loro timpani e questi coi somieri, gli anelli dei tubi verticali, le colonne sovrapposte ecc.; sia nel senso della lunghezza, come avviene nei tubi delle condotte d'acqua, nei cunei delle arcate, nelle gradinate ecc.; sia infine in più sensi differenti per formare un tutto solido e resistente.

Siffatte connessioni sono agevolate dal getto dei vari pezzi a connettersi, avendosi da esso gli elementi necessari a poterle effettuare, e i quali consistono, in briglie, in orecchie poste di fronte le une alle altre, in incavi nei quali penetrano dei maschi conformati ordinariamente a coda di rondine, e in perni infine che entrano nei pezzi connessi in altezza, o nella base su cui s'appoggiano affine d'impedire ogni deviazione.

Le congiunzioni poi dei pezzi a contatto si assicurano a mezzo di bolzoni, di chiavarde, o di chiavette che li stringono assieme.

622. Archi metallici semplici e in armatura. — Attesa la maggiore convenienza delle arcate metalliche a petto di quelle in muratura, sia per prestarsi alle più grandi portate con le minori saette, sia per adat-

tarsi esse molto più facilmente a qualunque obliquità, si costruirono fin dalla fine dello scorso secolo delle arcate in ferro duttile, in lamiera, o in ghisa tanto semplici che armati, connessi cioè invariabilmente con un estradosso situato superiormente all'arco. Gli archi di ferro duttile sono raramente in armatura, e spesso e più comunemente si fanno sottendere da corde, o tiranti rettilinei, curvilinei, o poligonali, per cui si conoscono allora sotto il nome di *bow-string*. In questo caso l'anima dell'arco è vuota, e l'arco e la corda sono riuniti da montanti e diagonali. Quando l'arco invece è privo di corda, ha l'anima a montanti nel senso del raggio riuniti da ferri a croce così detta di Sant'Andrea.

Gli archi in lamiera si eseguiscono con forme geometriche, chiodando a ribaditura le lamine coi ferri speciali, come nelle travi rettilinee di simil genere.

Gli archi di ghisa poi si fanno di getto, sia formando l'arco in un sol pezzo per piccole portate, sia in parecchi pezzi che si congiungono per formare l'arco quando questo serve a grandi portate.

Circa poi alla maggiore resistenza e alla maggiore economia nella spesa di costruzione, gli archi in ferro sono a preferirsi a quelli in ghisa, i quali non presentano vantaggi che dal lato estetico della costruzione, potendo essi modellarsi con tutte le modanature i rilievi e gli ornamenti che comportano le eleganti forme sotto le quali possono costruirsi.

LIBRO SESTO.

Costruzioni civili, rurali e idrauliche.

Capitolo I.

Costruzioni civili.

623. Nozioni generali — Intendo, sotto la denominazione di costruzioni civili, tutte quelle opere d'arte, e tutti quelli edifizii, eretti per soddisfare al comodo, e ai varii usi degli uomini raccolti in civile società (1). Quindi, palazzi, e case di città e di campagna, stabilimenti di sicurezza, di utilità, e d'igiene pubblica.

(1) Milizia, *Principii di architettura civile*.

624 Qualunque sia però la costruzione civile, il suo valore artistico dipende sempre dalla bella armonia che esiste fra la comodità, la solidità, e la bellezza che essa presenta, e che ne sono i suoi principali requisiti

625 La comodità risponde al bisogno che promosse la costruzione, ed è in rapporto colla situazione, colla forma, e colla distribuzione delle parti dell'edifizio

La situazione concorre grandemente alla salubrità della costruzione. È perciò che una costruzione civile non deve mai edificarsi nè in località troppo alte, nè troppo basse o anguste, causa la vivezza dell'aria, o la difficoltà di sua rinnovazione, nè su terreni pantanosi, torbosi, o sabbionosi, per la stagnante umidità del luogo, nè infine su terreni che siano deposito d'immondizie, o a queste in vicinanza, in ragione delle mefitiche esalazioni a cui si esporrebbero gli abitatori dell'opera edificata

La situazione risguarda ancora l'esposizione, la quale, per la parte principale dell'edifizio, è a preferirsi sempre al mezzogiorno, come pure risguarda la qualità e quantità dell'acqua che può offrire la località in cui intendesi di edificare

Nella forma dell'edifizio, per quanto ne consiglia il *Borgnis* (1), è sempre a preferirsi la rettangolare, siccome quella che meglio armonizza con la solidità, con l'economia, con la semplicità e comodità dell'edifizio stesso I muri principali difatti, e i muri divisori, causa il loro parallelismo reggono meglio, e con maggior uniformità, su tutta l'estensione dell'edifizio, al peso e alle spinte che su di essi possono gravitare, sono di più facile e più economica costruttura di quello non siano i muri circolari, e infine meglio si collegano fra loro negli angoli dell'edifizio, perchè gli angoli stessi sono retti, e più facile e più regolare permettono si faccia la distribuzione degli ambienti nell'interno dell'edifizio.

La distribuzione finalmente delle parti d'un edifizio è tutta in dipendenza dell'uso cui è destinato l'edifizio medesimo, e dei costumi dei tempi e delle differenti nazioni La distribuzione degli ambienti nelle case dei Greci e dei Romani, era ben diversa da quella che seguesi ai nostri giorni, causa naturalmente le nostre differentissime abitudini, le condizioni differentissime della nostra società.

626 La solidità fu conseguenza del desiderio, e più ancora del bisogno di rendere quanto più durevole l'opera d'arte edificata

Essa è in relazione colla scelta migliore dei materiali, col più assennato impiego dei medesimi, e colla perfetta osservanza di quelle regole

(1) *Traité élémentaire de Construction appliquée à l'Architecture civile*

di statica architettonica che apprenderemo nel seguente libro. Intanto, e per norma generale:

1° Quando un edifizio ha più piani, occorre per la sua maggiore solidità, che i vuoti dei muri, e i muri stessi dei piani superiori, corrispondano esattamente ai vuoti e ai muri del piano terreno,

2° Occorre concentrare e dirigere le spinte verso i massi di muratura i più resistenti, e reciprocamente questi apporre a quelle,

3° Infine ovviare con tutti quei mezzi che l'arte consiglia, a che accidentali cagioni vengano a compromettere la solidità dell'opera edificata.

Con la solidità poi è d'uopo accoppiare bellamente l'economia, la quale consiste in una ragionata proporzione della qualità e quantità dei materiali nella costruttura delle differenti parti dell'edifizio.

627. La bellezza finalmente risguarda in particolar modo la decorazione, la regolarità, l'ordine e la semplicità nella disposizione delle parti dell'opera a edificarsi.

Le opere di costruzione, come le opere tutte delle belle arti in generale, richiedono l'unità e la corrispondenza delle parti, la subordinazione cioè delle parti al tutto, e la loro reciproca correlazione. Un edifizio perciò non deve avere nè degli ambienti piccolissimi, nè di quelli le cui dimensioni siano estremamente grandi, e senza proporzione coll'edifizio stesso.

Le leggi dell'unità di bellezza prescrivono quindi, che l'esterna s'accordi il meglio possibile con l'interna dell'edifizio, per cui l'uno e l'altro siano in armonia con la destinazione ultima dell'edifizio medesimo.

Capitolo II.

Dimensioni delle differenti parti d'un edifizio e norme per la costruttura di esse.

628. Dimensioni delle facciate. — Anzitutto, l'asse della facciata di un edifizio deve passare per il mezzo d'un'apertura o vano, e le due metà della facciata medesima devono essere simmetriche per rapporto a quest'asse. È perciò, che i vani o aperture delle facciate, debbono essere sempre in numero impari.

Ora i rapporti delle dimensioni d'una facciata, sono limitati alle sole dimensioni di lunghezza e altezza.

Stabilita l'altezza d'un edifizio, o quindi della sua facciata, e la quale varia in ragione della destinazione ultima dell'edifizio medesimo, dei

differenti piani in cui esso si scomparte, e della località in cui è posto, la larghezza della facciata medesima può farsi

1° o eguale all'altezza, se l'edifizio è isolato;

2° o eguale da una volta e mezzo a tre volte l'altezza, se l'edifizio è unito ad altri;

3° o infine raggiunge il decuplo dell'altezza, e in allora, siccome la continuità delle linee per una così notevole estensione, a paragone dell'altezza, riesce disgustosa all'occhio, si suole dividere la facciata in un numero dispari di parti nel senso della lunghezza, praticandovi dei risalti, oppure degli avancorpi, che pure valgono alla maggior solidità del muro della facciata medesima.

Quali si vogliano essere però le dimensioni d'una facciata, deve questa soddisfare alle condizioni di solidità reale ed apparente. È perciò che le parti più basse della medesima, siccome quelle che sopportando il maggior carico debbono presentare la massima resistenza, devono essere formate coi materiali i più voluminosi e i più resistenti, e debbono avere un maggior spessore.

629. Divisione d'un edifizio in differenti parti. — Secondando i costumi e i bisogni dei popoli, gli edifizi sogliono dividersi in più parti, tanto nel senso della lunghezza e larghezza, quanto nel senso dell'altezza.

Le divisioni nel senso della lunghezza e larghezza, e le quali si fanno a mezzo di muri divisori o tramezzi, paralelli ai muri principali, formano gli ambienti o le stanze dei diversi appartamenti nei quali si scomparte un edifizio.

Le divisioni invece nel senso dell'altezza, e le quali si fanno a mezzo di solai o vòlte, sono le più importanti, e formano i così detti piani d'un edifizio, distinti anche nelle facciate a mezzo di fasce che ricorrono per tutta la lunghezza della facciata medesima, e distribuiti a modo che vadano scemando in altezza a partire dal suolo.

630. Dimensioni dei diversi ambienti d'un appartamento. — Dicesi appartamento l'insieme di più stanze, o ambienti, destinati ad alloggiare un individuo o una famiglia.

Gli ambienti, secondo il *Milizia*, possono essere di tre sorta, e cioè: 1° o con le tre dimensioni eguali, 2° o con due solamente eguali, nel qual caso o sono rettangoli sull'altezza, oppure sulla lunghezza. I rettangoli in altezza possono convenire alle gabbie delle scale, ai saloni ed ai vestiboli, nel qual'ultimo caso però l'altezza non deve mai sorpassare il triplo della larghezza. I rettangoli in lunghezza convengono alle sale e alle gallerie; quelle però non possono avere più d'una lunghezza doppia della larghezza, queste debbono eccedere questo limite, ma non sorpassare il quintuplo della larghezza stessa, per non far comparire

troppo basso il soffitto della galleria, 3° o finalmente possono avere tutte e tre le dimensioni disuguali, nel qual caso si sogliono tenere i seguenti rapporti fra la lunghezza, l'altezza e la larghezza, e cioè 4 : 2 : 1, oppure 3 : 2 : 1, e infine 6 : 3 : 2.

Palladio in proposito alle dimensioni di lunghezza e larghezza delle stanze d'un appartamento, ne ha lasciato le sette norme seguenti:

1° o circolare,

2° o quadrata,

3° o di lunghezza una volta e un terzo la larghezza,

4° o di lunghezza una volta e mezzo la larghezza,

5° o di lunghezza una volta e due terzi la larghezza,

6° o di lunghezza eguale alla diagonale del quadrato formato colla larghezza,

7° e infine di lunghezza eguale al doppio della larghezza.

Per riguardo all'altezza delle stanze, lo stesso *Palladio* vuole,

1° per le camere ricoperte da un solaio, un'altezza al piano di terra, eguale alla larghezza, un sesto meno sempre del piano inferiore precedente nei piani superiori,

2° per le camere invece quadrate ricoperte da volta, vuole l'altezza eguale a una volta e un terzo il lato del quadrato;

3° per le camere, la cui lunghezza eccede la larghezza, l'altezza si farà, o eguale alla metà della somma delle due dimensioni di lunghezza e larghezza, o eguale alla radice quadrata del prodotto delle stesse dimensioni, o infine eguale al quoziente della divisione del prodotto delle due dimensioni di lunghezza e larghezza, per l'altezza determinata col primo metodo, ossia per la metà della somma delle stesse dimensioni.

631. Porte e finestre e loro dimensioni. — Le porte e le finestre sono necessarie per accedere anzitutto nell'edifizio, per mettere in comunicazione i differenti ambienti d'un appartamento, per permettere alla luce del giorno d'illuminare gli stessi ambienti, e infine, considerate come vani o vuoti dei muri, per diminuire la massa di questi, e alleggerire le parti troppo deboli, d'un peso che ecompromettere[?] le loro stabilità.

632. Dimensioni delle porte. — Le porte in generale sogliono farsi con un'altezza doppia della larghezza, e al massimo con un'altezza eguale a due volte e mezzo la larghezza.

Queste proporzioni variano però secondo l'uso cui la porta è destinata, e secondo il sito ove essa è aperta.

Le porte d'ingresso alle città, e agli edifizi pubblici o privati, debbono essere larghe in modo da permettere il libero passaggio di tutti quegli oggetti che nelle ordinarie circostanze, e in circostanze eventuali, deb-

bono traversarle. L'altezza però non è sempre possibile tenerla nei limiti di sopra accennati, causa l'altezza del muro in cui la porta deve praticarsi. Così ad esempio le porte delle rimesse non possono farsi alte per il doppio della larghezza, non bastando a ciò l'altezza del piano terreno in cui si praticano, causa che la larghezza stessa necessaria alla porta per permettere il passaggio alle vetture, è notevolmente grande.

Le porte invece dell'interno degli edifizi, debbono avere una larghezza variabile a seconda delle dimensioni degli ambienti in cui si praticano, e dell'uso degli ambienti stessi. L'altezza di queste porte poi, ove non possa tenersi nelle sovraccennate proporzioni, non si farà minore dell'altezza media d'un uomo, ossia di m. 1,60.

La forma delle porte è in dipendenza delle loro dimensioni. In generale esse sono conformate a rettangolo, terminato nella parte superiore, o da un arco a tutto sesto, o scemo, nelle porte di grandi dimensioni, oppure da un arco a piattabanda, nelle porte di medie o piccole dimensioni.

633. Dimensioni delle finestre. — Le finestre hanno una grande analogia con le porte per riguardo alla proporzione delle loro dimensioni, e per riguardo alla forma.

La forma rettangolare avente l'altezza doppia della larghezza, è la più adatta per le finestre di mediocre grandezza. Le finestre di grandi dimensioni possono avere il rettangolo terminato da un arco a pieno centro. Le finestre infine che servono a illuminare i sotterranei, i mezzanini e le soffitte, si conformano a quadrato, e conseguentemente con altezza eguale alla larghezza, oppure a rettangolo col lato minore in altezza.

Spesso le finestre si fanno semicircolari massime per illuminare dall'alto gli ambienti, o anche per illuminare i mezzanini compresi nell'altezza delle arcate.

In generale le finestre sono più piccole in larghezza, e conseguentemente anche in altezza, nei paesi dai climi caldi ed ove l'aria è abitualmente pura, di quello non siano nei paesi costantemente umidi.

Palladio, ritenendo che la larghezza delle finestre debba essere in proporzione della grandezza degli ambienti, prescrive di dare alle finestre, una larghezza compresa fra il 1/4 e il 1/5 della larghezza dell'ambiente di media grandezza dell'edifizio, per cui sono richieste le finestre.

La larghezza delle finestre nei differenti piani d'un edifizio deve essere sempre eguale. Non così però dell'altezza, la quale diminuisce come l'altezza dei piani stessi nei quali si praticano, e varia secondo quest'altezza medesima, non che secondo la destinazione dell'edifizio.

Tra finestra e finestra, v'è sempre un intervallo, ossia un masso di muratura, grande lo meno per la larghezza delle finestre. Questa lar-

ghezza, è anche il limite minimo della distanza che deve correre, fra lo spigolo dell'estrema finestra e l'estremo spigolo prossimo della facciata.

Le finestre, come le porte d'ingresso agli edifizi, si fanno più larghe al di dentro che al di fuori dell'edifizio, epperciò si squarciano, e si smussano i muri interni dei fianchi o spalle, il più che sia possibile, e perchè s'introduca la maggior quantità di luce, e perchè le imposte con cui si chiudono le porte e le finestre presentino il minore imbarazzo nell'interno dello stesso edifizio.

Questa maggior larghezza nell'interno delle finestre e delle porte, dicesi in arte *strombatura*.

In tutte le finestre nelle quali si affacciano le persone, le spalle sono squarciate fino al livello del pavimento, formando alle finestre stesse un parapetto con un muro ordinariamente grosso d'una testa. Su questo parapetto si colloca un cappello di pietra naturale, che dicesi *davanzale*, alto per m. 0,15 e largo per m. 0,25 a m. 0,30, e atto non solo a decorare la finestra, ma a sostenere anche il *chiavistello* o *spagnoletta* in ferro che serve a chiudere le persiane.

Il davanzale suolsi costruire con pietra arenaria, con granito, o anche con pietre calcari.

L'altezza poi del parapetto suolsi tenere di m. 0,90 a m. 1,00 compresa l'altezza o grossezza del cappello o davanzale.

634. Imposte per porte e finestre. — È ovvio il bisogno delle imposte per le porte e le finestre, e il sistema di loro costruzione varia secondo la destinazione dell'edifizio, e il grado di resistenza che si vuol ottenere.

Le imposte per porte distinguonsi secondo l'uso cui sono destinate, se per porte esterne cioè di *casa* o *bottega*, o se per porte interne. Tanto le une che le altre sono *semplici*, o con *intelajatura*, ed entrambe poi possono essere formate con un solo ordine di tavole, oppure con doppio ordine.

Il legno preferito tanto per le porte che per le finestre, è il larice, l'abete, e qualche volta il rovere o il noce.

Le porte semplici e con un solo ordine di tavole, si formano, assicurando con chiodi, a traverse orizzontali larghe da 12 a 15 centimetri, delle tavole connesse verticalmente nei margini a scanalatura e linguetta, e grosse da 3 a 4 centimetri.

Le porte invece semplici e con doppio ordine di tavole, si formano unendo prima verticalmente delle tavole a scanalatura e linguetta, e sovrapponendo a questo tavolato così costruito, e che in arte dicesi *fodera*, un altro tavolato, detto *fusto*, formato con tavole di legno più duro, connesse fra loro nel modo medesimo delle tavole della fodera, e posti

a modo i due tavolati, che le unioni delle tavole dell'uno riescano perpendicolari alle unioni delle tavole dell'altro.

Le porte con *intelajatura* poi, e o un semplice ordine di tavole, si costruiscono, formando prima un telajo con assi di legno forte o dolce, della grossezza di 3 a 4 centimetri, larghe per 12 o 15 centimetri, e unite ad ugnatura con dente e mortisa, e addossando quindi a questo telajo un tavolato, formato con tavole connesse verticalmente, e assicurate al telajo medesimo a mezzo di chiodi, lunghi tanto da essere ribaditi nell'interno del tavolato per una profondità di un centimetro per lo meno.

Le porte con telajo e a doppio ordine di tavole, non differiscono dalle precedenti, che nell'avere un altro tavolato addossato e chiodato al primo, e al telajo, in modo da avere ortogonali fra loro le unioni delle tavole dei due tavolati.

In qualunque genere di porta, tanto le assi del telajo, come le tavole dei due tavolati, *fodera* e *fusto*, saranno sempre lavorate perfettamente, e piallate da tutte le parti.

Alle imposte si applicano poi quattro o sei cardini in ferro per il loro movimento, e due chiavistelli verticali, ed uno orizzontale per così chiudere i battenti.

Le porte poi per lo interno degli edifizi e abitazioni private, si fanno quasi sempre con telajo a specchi formati con tavoloni, assi o asserelli connessi nei ritti, o nelle traverse d'un telajo, e scanalatura e linguetta.

Spesso, e tanto le porte esterne che le interne, si fanno vetrate, con specchi e telajo cioè nella parte inferiore, e con telajo, lavorato a modo da ricevere i vetri, nella parte superiore.

Non è raro, che le imposte delle porte interne particolarmente, si pongano in opera sopra un telajo formato con due ritti e con un architrave, che puo esser semplice, e sormontato da una piccola trabeazione. Questo telajo, che d'ordinario non è più largo del 1/6 della larghezza della porta, si assicura al muro a mezzo di piastre di ferro ingessate nel muro stesso, e chiodate, o vitate nei fianchi del telajo medesimo.

Nel connettere i differenti pezzi delle porte, massimamente poste all'esterno degli edifizi, e per ovviare al gonfiamento del legno prodotto dall'umidità, praticasi utilmente d'intonacare la superficie di tutte le calettature, con una dissoluzione di chilog. 0,50 di resina con 1 litro d'olio preparata a caldo, e applicata quando sia bollente.

635. Le imposte delle finestre constano tutte di due parti, d'una intelajatura cioè per i vetri, e d'uno *scuretto*, una imposta cioè in legno che si pone al di dentro delle vetrate, per impedire che la luce penetri nelle stanze.

Le intelajature per le vetrate variano di forma e di dimensioni, secondo

la grandezza dell'apertura della finestra e la sua forma. Esse si compongono di due battitoj girevoli sopra cardini fissati ad un telajo, detto *telarone*, incastrato nel muro e nel contorno della finestra, a mezzo di piastrelle di ferro ingessate nel muro stesso, e chiodate, o vitate nei fianchi del telarone. Ciascun battitojo è diviso in quadri a mezzo di montanti e traversi, scanalati precedentemente per circa 1/2 centimetro, allo scopo di trattenere i vetri che chiudono gli stessi quadri. Ogni battitojo, è un telajo formato da due traversi orizzontali, uno superiore che forma il cappello, l'altro inferiore che poggia sul davanzale della finestra, e che spesso è congiunto ad un ovolo, o ad una guscia per impedire il trapelamento dell'acqua che cade sul davanzale, e da due ritti verticali, uno dei quali sta contro il ritto del *telarone* in cui è fissato il cardine, mentre l'altro s'accoppia col corrispondente del battitojo della stessa imposta, per poter chiudere la finestra.

Questi due ritti si denominano differentemente, uno a *gola di lupo*, ed è quello che ha un'incavatura semicircolare in cui entra e s'adagia una corrispondente parte arrotondata dell'altro ritto, che suolsi chiamare *a regolo*.

I battitoj poi si chiudono e si fermano nel *telarone*, a mezzo d'un chiavistello verticale in ferro detto *spagnoletta*, che abbraccia tutta l'altezza dell'imposta, ed è terminato da due uncini i quali s'aggrappano a due spine esistenti nello stesso *telarone*.

Sul mezzo, o sul terzo inferiore del chiavistello, v'ha un saliscendo guernito di pometto in ottone, e il quale si volge per far aggrappare gli uncini del chiavistello medesimo alle spine, e si ferma in un gancio che assicura il chiudimento della finestra.

Gli scuretti, alcune volte sono semplici, altre volte a telajo. In qualunque caso sono sempre costrutti come le porte semplici e a intelajatura con un solo ordine di tavole. Essi sono girevoli, su cardini fissati ai ritti verticali dei battitoj che stanno contro ai ritti del *telarone*.

Oltre alle imposte e scuretti, spesso le finestre sono chiuse esternamente da *persiane* o *gelosie*, sorta d'imposte a due battitoj pur esse, ciascuno dei quali è formato da un telajo con ritti e traversi, che le dividono in specchi o riquadri, riempiti da lame di legno sottile, inclinate all'orizzonte, e bastantemente avvicinate fra loro per opporsi al passaggio diretto della luce, e per difendere le vetrate dalla gragnuola e dalle bufere. I ritti e i traversi sono grossi per m. 0,05, e larghi per m. 0,10 circa. Le lame invece sono grosse per m. 0,01 a m. 0,015, e sono larghe per m. 0,08.

Spesso, si rende mobile lo specchio o il riquadro inferiore dei battitoj, he si apre a ribalta dal basso all'alto a mezzo di cerniere situate sul

traverso superiore del riquadro. In simil caso è d'uopo praticare nei ritti e nei traversi dello stesso riquadro inferiore, delle impostature, nelle quali applicare un piccolo telajo in cui si assicurano le lame inclinate come in tutto il battitojo, e per modo, che collocato in opera, non ne appaia l'esistenza.

636. INFERRIATE ALLE FINESTRE — Le finestre, massime del piano di terra, e tutte le aperture di facile accesso, soglionsi munire d'inferriate per maggior sicurezza.

Le inferriate si costruiscono con verghe di ferro battuto, variate di forma e di dimensioni secondo la località cui sono destinate e le maggior sicurezza che si desidera. Esse poi si fissano alle spalle dell'apertura, a mezzo d'ingrocchiature saluate agli angoli e a differenti punti dell'altezza, se questa raggiunge i metri 2, e s'internano nei muri quanto basta per la maggiore solidità.

637. PIATTABANDE ED ARCHI PER PORTE E FINESTRE. — Siccome le piattabande e gli archi hanno una costruzione analoga a quella delle vôlte, così m'astengo qui di farne uno studio speciale, e rimando il lettore al Capitolo IV, ove trovasi lo studio generale sulla genesi e sulla costruzione delle vôlte.

638. DIMENSIONI DEI DIFFERENTI PIANI D'UN EDIFIZIO — Anzitutto i piani soglionsi distinguere

in *piano terreno*, che è il piano inferiore, e veramente il primo della casa; esso trovasi, più d'ordinario, al livello del suolo. Alcune volte però questo piano, e per schivare l'umidità che può venire dal suolo, tanto nociva alla salute e alle masserizie degli abitatori della casa, e per avere maggior luce nei *sotterranei* o piani sottoterra, si eleva al di sopra del livello del suolo per m. 1, o m. 1,50;

in *primo piano*, che è quello che viene immediatamente dopo al piano terreno, e che sarebbe naturalmente il secondo;

in *piano secondo, terzo, quarto* ecc., secondo l'ordine con cui seguono quello detto il primo;

in *mezzanino*, se il piano che succede immediatamente dopo, e superiormente al piano terreno, è d'altezza inferiore al piano che segue;

in *soffitte*, quando l'ultimo piano in ordine d'altezza, è più basso di quello che sarebbe per le dimensioni che gli competerebbero secondo le norme che darò in avanti;

in *sotterraneo*, finalmente, e *cantina*, ed è il piano che sta inferiormente al piano terreno.

Ora le dimensioni in altezza di tutti questi differenti piani possono determinarsi in base alle seguenti norme.

Per una casa a piano terreno e piano superiore, si divida l'altezza

in 5 oppure in 12 parti, e se ne diano 3, oppure 7 al piano terreno, e 2 oppure 5 al primo piano

Per una casa col piano terreno e due piani superiori, si divide l'altezza in 16 parti, e se ne diano 7 al piano terreno, 5 al primo piano e 4 al secondo,

Per le case di più piani, il *Mandar*, architetto francese, consiglia le seguenti proporzioni:

Sotterranei o cantine	*Primo piano*
Da m. 2,27 a m. 2,92	Da m. 3,25 a m. 5,85
	Secondo piano
Piano terreno	Da m. 2,92 a m. 4,90
Da m. 3,25 a m. 5,50	*Terzo piano*
	Da m. 2,60 a m. 2,92
Mezzanini	*Quarto piano*
Da m. 2,27 a m. 2,60	Da m. 2,27 a m. 2,60

CAPITOLO III.

Solai, soffitti e pavimenti.

639. COSTRUTTURA DEI SOLAI. — Dissi già che il solajo valeva a dividere o separare fra loro i differenti piani d'una casa. Esso componesi d'un'armatura in legname, e d'un tavolato o ammattonato semplicemente, o dell'uno e dell'altro contemporaneamente.

L'armatura in legname è formata da tanti travicelli di eguali dimensioni, collocati ad eguale distanza fra loro, e parallelamente a due delle pareti opposte dell'ambiente che si vuol cuoprire, e che d'ordinario è rettangolare, e sostenuti nelle loro estremità dagli altri due muri, oppure da due travi aderenti ai muri stessi.

Sebbene le dimensioni dei travicelli e la loro equidistanza, possano venire determinate a mezzo del calcolo, e in base alla resistenza che deve opporre il solajo, come mi proverò di determinare nel seguente libro, pure è consigliato da' buoni pratici, che ove si usino travicelli con grossezza eguale al 1/24 della loro lunghezza, la equidistanza preferibile, per la maggiore stabilità del solajo, è quella della stessa grossezza dei travicelli.

Però, e siccome la resistenza del solajo sarebbe eccessiva ove si

seguissero queste norme, così consigliano altri di aumentare pure la equidistanza dei travicelli, ma non sorpassar mai i metri 0,40 o 0,50 fra asse ed asse dei travicelli medesimi

Quando le dimensioni dell'ambiente a coprirsi con solajo, siano troppo grandi da non permettere l'impiego di travicelli delle ordinarie riquadrature e lunghezze, e le quali ultime si possono fissare in m 4,50 o 4,80, anzichè allungare i travicelli con una qualunque delle congiunzioni studiate, e porre in pericolo la resistenza del solajo, è buon consiglio della pratica di dividere a mezzo di grosse travi l'area del solajo in più rettangoli, di lunghezza eguali alla più piccola dimensione dell'ambiente, e di larghezza eguali alla lunghezza dei travicelli disponibili Il solajo per tal modo viene a decomporsi in tanti solai, chiamati in arte *passine*, di costruttura identica a quella suenunciata

D'ordinario però le travi che dividono il solajo e che funzionano da tanti muri per riguardo ai travicelli, sogliono collocarsi a distanze non maggiori di m 3, o m 3,50, e si scelgono con la grossezza eguale al 1/18 della loro lunghezza, oppure con la semisomma dei lati di loro riquadratura eguale al 1/18 della stessa lunghezza

Ricordando quanto dissi al Capitolo VIII del Libro Secondo, in proposito alla resistenza d'una trave infissa solidamente nei suoi estremi e gravata nel mezzo di sua lunghezza, è ovvio argomentarne che la maggior stabilità d'un solajo proviene ancora dalla maggiore perfezione che si ottiene nell'incastro delle travi col muro su cui poggiano

640 Gli antichi, e allo scopo di non indebolire la resistenza dei muri, usavano d'incastrare le travi sopra modiglioni che sporgevano dai muri stessi, come dimostra la figura 87ª

Di presente però, usasi comunemente di incastrare semplicemente i travicelli nei muri, internandoveli per una lunghezza non minore di m 0,20, e di fermare, e assicurare l'incastro delle travi che dividono il solaio in *passine*, a mezzo di uno o due ferri di consolidamento, inchiodati, quando fossero due, uno sulla faccia superiore della trave e l'altro sull'inferiore, e terminati alle estremità libere da un occhio che sporge alquanto dall'esterno del muro, e nel quale si fa entrare un bolzone verticale, come mostra la figura 88ª

Perchè poi le travi incastrate nei muri non abbiano a deteriorarsi per la mancanza d'aria, e per la rinserrata umidità, usasi o di incatramare gli estremi della trave, o di involverli in una incamiciata di terra grassa, o in fogli metallici, oppure anche in pezzi di sughero

641 La stabilità infine del solajo si ottiene ancora, determinando la distanza dei travicelli a modo, che due di essi si trovino aderenti ai muri laterali, per così meglio consolidare l'armatura di legname, ovviare allo

scuotimento, con l'elasticità del legname stesso, rende più o meno soggetto il solajo anche al muoversi delle persone che vi camminano sopra, e infine per poter fermare le estremità delle tavole che si mettono sopra i travicelli, nel caso si volesse costruire un tavolato.

642. Nel costruire un solajo fa d'uopo aver riguardo ai focolari dei camini, alle loro canne o condotti del fumo, e che dai piani inferiori giungono ai superiori traversando i muri, e ai vuoti delle porte e delle finestre sottoposte, per così far poggiare sul solido le estremità delle travi che dividono in passine il solajo, oppure le stesse estremità dei travicelli. In simili casi si suol lasciare uno spazio tanto largo quanto è largo il focolare, limitato da due travi o travicelli *A A*, che il *Rondelet* chiama di *fasciatura*, di sezione trasversale sempre maggiore alle altre travi o travicelli e il cui ufficio è quello di sostenere le spalle dei camini, la murazione dei focolari, e le commessure d'un'altra trave o travicello *B*, posto traversalmente a quelli di fasciatura, a distanza variabile da m 0,80 a m 1,10 e che in arte dicesi il *cavallo*. Questo *cavallo* poi, spesso, anzichè connetterlo alle travi o travicelli di *fasciatura*, si fa sostenere dai medesimi a mezzo di staffe in ferro, come mostra la figura 89ª.

Il vuoto così rimasto fra il muro, il cavallo, e le porzioni delle travi di fasciatura, o si ricopre con una pietra, oppure con piccole volte fasciate di mattoni o di pietre, stabilendovi sopra il focolare.

643. Quando le travi sono inferiori in lunghezza alla distanza dei muri nei quali debbono poggiare, usasi di comporre l'armatura del solajo col metodo dovuto all'architetto *Serlio*, e il quale consiste nel far poggiare le travi alternativamente sul muro e sul mezzo di ciascun pezzo, connettendole fra loro a maschio e femmina, o con connessioni a mezza grossezza, assicurando poi le connessioni stesse con chiodi o caviglie, o anche con striscie di ferro posate al di sotto, e traversalmente alle connessioni, affine d'impedire che queste si aprano pel di sotto.

La figura 90ª presenta un solajo secondo il sistema di *Serlio*, e che impropriamente si dice da alcuni *olandese*, solo perchè è usitatissimo in Olanda.

Le figure 91ª, 92ª e 93ª presentano altri tipi di composizioni d'armature di solaj, con travi di lunghezza sempre inferiore alla più piccola dimensione dell'ambiente a coprirsi, e che io tolgo dal *Rondelet*.

644. Solaj in ferro. — Fin dal principio di questo secolo si costruirono in Francia, e in Inghilterra particolarmente, delle armature in ferro, che se riuscirono e riescono tuttora di prezzo sensibilmente maggiore alle armature dei solaj in legname, pure presentarono mai sempre maggior resistenza e stabilità, risparmiando al tempo stesso alcuni lavori, come l'intelajatura per gli stuoiati, o soffitti delle stanze.

Queste armature di ferro, sono composte di travi in ferro laminato con sezione a doppio T, internate nei muri per circa m 0,30, e collocate parallelamente fra loro, e a distanza di m 0,75 l'uno dall'altra, nei solaj di portata ordinaria. Sopra queste travi, e perpendicolarmente a loro, si collocano ad uncino, delle traverse in ferro distanti ancora esse per m 0,75 l'una dall'altra, sulle quali poi si pongono trasversalmente delle spranghe di ferro a sezione rettangolare, distanti fra loro per m 0,20 o m 0,30, e destinate a ritenere il riempimento di siffatta armatura, a il quale, d'ordinario si costruisce con calcinacci, rottami e gessa, oppure con laterizii vuoti, e tenuti assieme con malta, sui quali si fanno alcuni rialzi di gesso o di malta, valevoli a diminuire la sonorità dei solaj con armature di ferro, che è uno dei difetti dei quali s'accusano siffatti solaj.

645 Tavolato o ammattonato sul solajo. — Sull'armatura del solajo si costituisce un tavolato, oppure un ammattonato, per servire siccome di base al pavimento che si stabilisce sul solajo.

Il tavolato si costruisce con tavole collocate trasversalmente ai travicelli, e connesse a *scanalatura* e *linguetta*. L'ammattonato è formato con mattoni posti trasversalmente per essi sui travicelli, sul mezzo dei quali s'incontrino i mattoni medesimi.

646 Soffitti e pavimenti. — I soffitti e pavimenti sono le opere che completano i solaj, e dalle quali sono ricoperti nella superficie inferiore dai primi, nella superiore dai secondi.

647 Soffitti. — Anticamente non si adoperavano i soffitti, e le travi e travicelli che compongono il solajo, s'adornavano di modanature, e si arricchivano delle migliori pitture.

Di presente invece, si lasciano senza soffitto e senza alcun ornamento le pareti inferiori di quei solaj, che cuoprono stanze di servizio o di poco conto, e si soffittano invece tutti quei solaj che cuoprono camere da letto, da studio, da visita, e in generale che servono per abitazioni civili.

I soffitti si distinguono anzitutto in piani, centinati, secondo che presentano una superficie piana, o curva. Tanto gli uni che gli altri poi possono essere stuojati, o incannucciati, secondo che si formano a mezzo di stuoje, o di canne.

648. Soffitti piani. — I soffitti piani si possono fare tanto aderenti ai solaj, quanto distaccati dai medesimi, la che è certo da preferirsi per rendere il soffitto indipendente dalle inflessioni eventuali del solajo.

Quando i soffitti hanno da farsi aderenti al solajo, si assicurano gli stuojati, che non sono altro, che tele di giunchi comunissime in commercio, agli stessi travicelli del solajo col mezzo di chiodi o funicelle di canape da sostituirsi sempre, e per maggior durata, con filo di ferro, e

su di essi, così bene fermati ai travicelli, si applicano due o tre strati di rinzaffo, con intervallo fra l'uno e l'altro valevole ad assicurarci della maggiore solidità ed aderenza, dando indi un'arricciatura di calce e sabbia, per un'altezza complessiva di due in due centimetri e mezzo.

Se invece vogliansi fare discosti dal solajo, si ha da preparare un'infelajatura, formata con listelli di legno dolce della grossezza di 4 a 6 centimetri, posti a distanza fra loro di 20 in 40 centimetri, e traversati da sbadacchi di legno, discosti da 90 centimetri a 1 metro l'uno dall'altro, la quale, appesa ai travicelli del solajo con uncini di ferro o pezzi di legname, per modo da non soffrire le inflessioni delle travi del solajo, sostiene, assicurata con chiodi e filo di ferro, la tela di stuoje su cui si fa il rinzaffo e l'arricciatura della malta, come precedentemente avvisai

I soffitti con canne si fanno nel modo medesimo di quelli con stuoje, non differendone che nella qualità della stuoja, formata con canne acciaccate, anzichè con giunchi

649 Soffitti centinati — I soffitti centinati, e i quali si costruiscono nelle grandi sale, ed ove si abbia un'altezza sufficiente per sviluppare delle curve conformi a quelle adottate nelle vôlte reali che vogliansi imitare, od anche per dar forma regolare, ossia forma di vôlta intera, ad una porzione di vôlta coprente un dato spazio, si formano con le stesse stuoje di giunchi o canne, infisse solidamente a centine di legno dolce, discoste le une dalle altre per 36 o 40 centimetri da mezzo a mezzo, e inchiodate a tiranti in legno o ferro, disposti convenientemente, e pria assicurati con chiodature alle travi e travicelli del solajo.

Nei soffitti discosti dal solajo, e tanto piani che centinati, è necessario lasciare a opportune distanze, degli spiragli o aperture, per poter ventilare lo spazio racchiuso tra il soffitto e il solajo, e ovviare ai danni che ne verrebbero al legname, quando fosse impedita, nello spazio medesimo, la circolazione dell'aria

650 Pavimenti. — I pavimenti non servono solo a cuoprire superiormente il solajo assicurandogli al tempo stesso una maggiore solidità, ma a coprire ancora le vôlte, e il suolo stesso naturale, offrendo ad un tempo una superficie piana, unita e resistente, sulla quale poter camminare comodamente tanto nelle stanze che nelle vie

Gli antichi costruivano i pavimenti a mezzo di massicci di murazione composti di più strati, e disposti presso che egualmente tanto per formare i pavimenti delle loro case, come delle loro vie Di presente però i pavimenti si costruiscono differentemente, secondo che servono per le vie o per le case.

Ricordando quanto dissi già al libro primo, paragrafo 229, sull'uso del

mastice d'asfalto per formare i marciapiedi e suoli stradali, e paragrafi 215 e 216, sui lastrici napoletani, e sui battuti alla veneziana, e promettendo di completare lo studio sui pavimenti delle vie nel libro ottavo, mi limito qui a studiare la costruzione di quei pavimenti specialmente usati nell'interno degli edifizi, e i quali possono ridursi ai seguenti:

1° pavimenti di pietre naturali o laterizie, 2° pavimenti in legname, 3° pavimenti a ciottoli e selciati.

651. Pavimenti di pietre naturali o laterizie. — La solidità di questi pavimenti, dipende principalmente da quella del letto nel quale vengano assettati.

Ora, siccome i pavimenti di pietre naturali non si fanno che al piano terreno degli edifizi, e sia nei luoghi aperti, come i cortili, sia negli stessi luoghi chiusi, come stanze, atrii ecc., così prima cosa a farsi si è d'assicurarsi della maggior resistenza del suolo su cui debbono costruirsi, ed ove esso sia cedevole si comprima a mezzo di mazzaranghe fino a conseguirne il maggior assodamento. Perchè poi lo stesso pavimento vada esente dai danni dell'umidità, è bene costruirlo sopra uno strato di ciottoli e ghiaja alto non meno di m. 0,30, e battuto a mezzo di mazzaranga. Sopra questo strato di ghiaja devesene distendere un altro di malta, formata con calce, sabbia, ghiajetto, e qualche volta anche con coccio, per un'altezza non minore dei 4 o 5 centimetri, battendo pur esso con la mazzaranga per maggiormente consolidarlo.

Quando poi non sia il caso di dover difendere il pavimento dall'umidità, si prepara il letto con due corsi di mattoni murati con malta di calce, e su cui si distende uno strato di malta comune formato con calce e sabbia, sul quale si posa la lastra di pietra, oppure con un solo strato di cemento di calce e sabbia, posando sul medesimo lo strato di malta su cui posano le pietre.

Il letto formato coi mattoni, è adatto per i pavimenti formati con lastre di marmo, quello invece formato col cemento di calce e sabbia, è adoperato vantaggiosamente per i lastricati di *beola* o *bevola*, sorta di granito venato conosciuto anche col nome di *gneiss*.

Tanto le lastre di marmo quanto quelle di *beola* si dispongono a corsi regolari, ed alternati di diversa grandezza, oppure a scacchiera, e particolarmente quelle di marmo, atteso gli svariati colori che possono presentare.

I pavimenti formati con materiale laterizio, e che comunemente diconsi *ammattonati*, si distinguono in *pavimenti di mattoni* e *pavimenti di pianelle*. Qualunque sia il materiale impiegato, questi pavimenti si stabiliscono sopra un suolo resistente o ben conguagliato, formato con legno, con mattoni, con terra battuta, o anche con uno strato di

ghiaja, nel caso l'ammattonato si faccia a pian terreno, e voglansi ovviare i danni dell'umidità, e ridotto sempre a superficie parallela a quella che deve presentare il pavimento medesimo.

I pavimenti fatti con mattoni si distinguono ancora in pavimenti di mattoni in *punta*, in *costa* o in *piatto*, secondo che per la maggiore o minore resistenza che si richiede, si dispongono i mattoni colla *massima*, colla *media*, o colla *minima* dimensione verticale.

Quelli poi fatti con pianelle, e le quali si dispongono sempre di piatto, si distinguono in pavimenti o ammattonati *comuni*, a *mezza rotatura*, e a *rotatura intiera* secondo che si adoperano le pianelle quali si ebbero dalla fornace, dopo però avervi tolte le bave, oppure si adoperano refilate da due lati con la martellina, e fregate con un pezzo di cotto nella parete superiore, o finalmente si adoperano pianelle refilate colla martellina a perfetta squadratura, e fregate nei lati e nel paramento, o parete superiore, prima con un pezzo di cotto, o pietra comune da affilare, poi con altra pietra della stessa qualità ma con grana più fina.

I pavimenti laterizii, o ammattonati che vogliansi dire, si costruiscono o sopra un letto di sabbia o sopra uno strato di malta, alto per m. 0,02, e il quale si distende mano mano che si procede nella costruzione del pavimento, sopra uno strato di sabbia fina, o calcinacci passati al vaglio, e alto da m. 0,05 a m. 0,10 secondo la località in cui si costruisce il pavimento medesimo.

Sulla sabbia non si costruiscono che gli ammattonati di mattoni in costa, riservati, come gli ammattonati di mattoni in piatto, per il pian terreno, e per località in cui si richiede notevole resistenza.

La costruzione di questa sorta d'ammattonati si fa, disponendo colla mano i mattoni sulla sabbia, allineati alla cordicella, e collegandoli e battendoli col manico del martello. Tratto tratto che si compie l'ammattonato, si riempiono di sabbia fina le commessure verticali, e si ricuopre la parte compita con uno strato di sabbia alto m. 0,01.

Sulla malta, si costruiscono invece tanto gli ammattonati di mattoni in piatto, quanto gli ammattonati di pianelle, riservati questi ultimi per i piani superiori. Il lavoro della pavimentazione si compie per filari regolari, allineati alla cordicella, e perfettamente a livello secondo le prescritte pendenze. Ciascun mattone poi o pianella, si pone, dopo averlo bagnato, sullo strato di malta che gli serve di letto, e su di esso si fa scorrere diagonalmente, comprimendolo in guisa che la malta rigorghi nelle giunture, fino a metà circa dell'altezza del mattone, o pianella. Giunto il materiale al posto che gli era designato, si batte col manico della cazzuola, e si puliscono e si rinzeppano le commessure, per poi adagiargliene accanto un altro, seguendo il filare incominciato.

652. Pavimenti in legname. — L'umidità che riscorrano gli ammattonati in laterizi, la polvere che proviene per l'attrito del solo passaggio su di essi, e la facoltà del legname di essere cattivo conduttore del calorico, per cui ne salva dal freddo nell'inverno, hanno quasi sempre fatto preferire i pavimenti in legnami, ai pavimenti in laterizi od ammattonati. La ricchezza poi con cui può riuscire il lavoro, attesa la diversa qualità dei legnami da impiegare, ha fatto sì che il pavimento in legname, siasi sempre preferito nelle camere di lusso e negli edifizi sontuosi in generale.

I pavimenti in legname, si distinguono in tavolati *comuni*, e a *spina*, secondo il modo con cui sono disposte le tavole, e in tavolati a *palchi* o *specchiature*, secondo che fatto prima un tavolato comune o a spina, s'impelliccia poi di legni fini o colorati differentemente, oppure si forma un palco a mezzo di tavolette di determinate dimensioni, da congiungersi poi fra loro convenientemente.

I tavolati in generale, e tanto i *comuni* che a *spina* o a *palchi*, si costruiscono sopra una serie di travicelli di larice, aventi la sezione di m. 0,10 per m. 0,80, e distanti fra loro da m. 0,60 a m. 0,70.

I tavolati *comuni* si costruiscono disponendo le tavole trasversalmente ai travicelli, lunghe come trovansi in commercio, larghe dai m. 0,17 ai m. 0,25, e grosse dai m. 0,03 ai m. 0,05 secondo la resistenza che si richiede, e la qualità del legname che si presceglie, se cioè tenero come il pioppo o l'abete, oppure più duro come la rovere o il larice. Esse poi s'impiegano grezze o piallate, secondo il genere del lavoro che si richiede, e s'intestano sui mezzi dei travicelli, o per file allineate, oppure alternativamente stabilite su travicelli diversi, fermandovele a mezzo di due o più chiodi, lunghi il doppio della grossezza della tavola, e battuti su questa come dicesi in arte a *testa perduta*.

I tavolati a *spina* differiscono dai *comuni*, nel richiedere la disposizione delle tavole oblique sui travicelli per modo, che tagliate ai loro capi ad ugnatura, ossia a mezza grossezza, formino a due a due degli angoli acuti, i cui vertici siano perfettamente allineati sul mezzo degli stessi travicelli. Spesso, in questo genere di tavolati, usasi di unire le tavole in tutta la loro lunghezza a scanalatura o linguetta, anziché a ridosso l'una dell'altra, o come pur dicesi a filo piano, che è l'unione usata ordinariamente nei tavolati comuni.

Quando i tavolati *comuni* o a *spina* si vogliano costruire con qualche eleganza, suolsi, sulla linea delle inchiodature delle tavole, praticare una incassatura profonda un centimetro, e larga dai 6 ai 10 centimetri, nella quale si innesta una fascia di noce, od altro legname di diverso colore a quello delle tavole impiegato nel pavimento.

I tavolati infine a *palchi* o a *specchiature*, o si formano, costruendo prima un tavolato comune e applicando su di esso un'impellicciatura di legni fini, formata con tavole grosse un centimetro, incollate fra loro e col tavolato, e indi pulite a lucido; oppure si formano a mezzo di tavolette mobili di determinate dimensioni, impellicciate o no, e le quali assicurate ai travicelli, si congiungono fra loro ad incastro marginale con linguetta intermedia, formando specchi o riquadri, secondo un prestabilito disegno.

Il *Curioni* accenna ad un tavolato a *palchi* che si usa da poco a Torino, e che piglia il nome di palchetti *Gallinotti* che ne è stato l'inventore.

Esso è formato da pezzi di tavola di forma rettangolare o quadrata, disposti e connessi in modo da produrre figure della medesima forma, e attaccati a un uniforme strato d'asfalto, esposto prima a un conveniente grado di calore, perchè rammollendosi, acquisti quella consistenza pastosa da cui ne sia dato ripromettersi che tutti gli specchi appoggino sopra una base ben piana ed uniformemente resistente.

653. Pavimenti a ciottoli o selciati. — Questi pavimenti sono usati nei cortili delle case, e in generale in tutte le località poste allo scoperto che si trovano fra mezzo agli edifizi.

Essi hanno bisogno d'un sottosuolo di ghiaja o di materie magre, le quali si battono colla mazzaranga, bagnandole ove occorra, per conseguire un maggior costipamento. Sopra questo sottosuolo si distende uno strato di sabbia viva per un'altezza di 5 centimetri, e in esso si pongono a mano i ciottoli di cava o di fiume, collocando ciascuno come suolsi dire *in piedi*, ossia coll'asse maggiore verticalmente, battendoli uno a uno colla testa della martellina per meglio conficcarli nello strato di sabbia, e tenendoli talmente vicini gli uni agli altri da non lasciare i più piccoli interstizi fra loro. Tratto tratto che si compie una porzione di selciatura, vi si versa sopra uno strato di sabbia di circa 1 centimetro d'altezza, a piccole riprese però, e mano mano che s'inaffia il selciato fatto si ribatte colla mazzaranga.

La superficie del selciato si dispone per piani regolari convergenti tutti a linee o punti determinati per lo scolo sollecito delle acque, e con un'inclinazione del 4 $^{0}/_{0}$ circa, affine di non rendere malagevole il transito dei veicoli. Onde però l'acqua non rimanga stagnante in questi punti in cui convergono le superficie selciate, si collocano nei punti medesimi delle lastre di pietra forate, di sotto alle quali si apre un pozzetto più o meno profondo, che serve di deposito alle materie trasportate dalle acque, e dal quale pozzetto si dirama il canale sotterraneo in muratura che trasporta le acque al luogo di scarico.

Capitolo IV.

Vôlte.

654 Considerazioni generali sulle vôlte — Le vôlte sono costruzioni in muratura, formate da pietre naturali o laterizie, disposte a modo da sostenersi scambievolmente per un reciproco contrasto che svolgono il peso e la posizione di ciascuna, e costituenti un tutto solido e resistante, il cui ufficio è di cuoprire uno spazio in sostituzione alla copertura di legname.

Ogni vôlta è terminata da due superficie, una inferiore, che guarda direttamente l'area ricoperta, e che dicesi *intradosso*, l'altra superiore, che dicesi *estradosso*.

L'*intradosso* delle vôlte può essere una superficie curva o piana. Nel primo caso le vôlte pigliano differenti nomi secondo la configurazione della curva stessa, nel secondo, le vôlte diconsi piane, e meglio *piattabande*. Se poi l'*intradosso* è una superficie continua, la vôlta dicesi semplice, se invece risulta dalla combinazione di più superficie, dicesi composta.

Tutte le vôlte s'innalzano e sono sostenute da muri retti o a scarpa, che diconsi *piedritti*, la cui superficie superiore dicesi superficie d'*imposta*, siccome in essa impostasi e incomincia la vôlta.

La distanza fra i *piedritti* d'una vôlta, e ciò che dicesi *apertura* o *corda* della vôlta.

La perpendicolare poi innalzata dal mezzo della *corda* fino al punto più alto della linea o curva d'*intradosso*, dicesi *monta* o *saetta* della vôlta. Ora dal rapporto esistente fra la saetta e la corda si deduce il *sesto* della vôlta, la quale è a *tutto sesto*, se la saetta è uguale alla semicorda; a *sesto scemo* se la saetta è minore della semicorda; di sesto rialzato infine se la saetta è maggiore della semicorda.

Le pietre componenti una vôlta, qualunque sia la sua linea d'*intradosso*, diconsi *cunei*, e la divisione della vôlta in *cunei*, dicesi *apparecchio* della vôlta per la sua costruttura.

I cunei che riposano sulla faccia superiore dei piedritti, ossia sulla faccia o superficie d'imposta diconsi *pulvinari* della vôlta, il cuneo poi che ponesi nel mezzo della vôlta, dicesi *chiave* o *serraglia* della vôlta, e controchiavi i cunei fra i quali essa è compresa.

Dirò nel libro seguente il perchè havvi il bisogno d'avere una pietra nel mezzo della vôlta.

La faccia apparente di ciascun cuneo sull'*intradosso* della vôlta, dicesi *intradosso* del cuneo, ed *estradosso* del cuneo, la sua faccia sull'estradosso della volta. Le altre faccie dei cunei diconsi *letti* o *giunti*, se sopportano pressione dipendente dalla spinta della vôlta o anche dal semplice loro peso, *fianchi* o testa invece, se appartengono ai fianchi o alla fronte della volta.

655 DISTINZIONE DELLE VÔLTE. — Le vôlte si distinguono

1° per riguardo al materiale con cui sono formate,

a) in *volte in pietre da taglio*, se formate in pietre naturali tagliate e ridotte con accuratezza, secondo le regole della stereotomia, alla forma cuneiforme di eguali o di diverse dimensioni,

b) in *volte di pietrame*, se le pietre naturali saranno impiegate informi, grezze, e semplicemente apparecchiate colla martellina e dallo stesso muratore, nell'atto della costruttura della volta,

c) in *volte laterizie*, se formate con materiali laterizi di qualunque forma e dimensioni,

d) in *volte cementizie*, *di getto*, o *alla rinfusa*, se formate con calcestruzzo,

e) in *vôlte miste*, se costrutte con materiali di diversa natura,

2° per riguardo alla loro forma o figura, e i principali tipi di distinzione sono

a) in *volta piana* o *piattabanda*, se il suo intradosso è piano ed orizzontale, come mostra la figura 94ª,

b) in *vôlte cilindriche*, se l'*intradosso* è costituito da una superficie cilindrica, come sono le *vôlte a botte*, gli *archi*, che non sono altro che *vôlte a botte* di piccola lunghezza per riguardo alla apertura o corda della stessa volta infine le vôlte *rampanti*, impiegate per sostegno delle scale, come mostrano le figure 95ª e 96ª,

c) in *volte coniche*, se l'intradosso è costituito dalla superficie d'un cono o d'un tronco di cono, essendo esse impiegate per cuoprire aree di forma triangolare o trapezia, come mostrano la figura 97ª e 98ª,

d) in *vôlte a vela*, se l'intradosso è costituito da una calotta sferica o ellissoidica, impostata sopra quattro archi circolari, intersezioni dei muri colla superficie della calotta, come mostra la figura 99ª,

e) in *volte a crociera*, se l'intradosso è formato dall'insieme delle superficie di tanti fusi sferici quanti sono i lati del poligono che la vôlta ricopre, essendo ciascun fuso impostato in un arco semicircolare o semiellittico, intersezione del muro colla superficie dell'intradosso, come mostra la figura 100ª,

f) in *vôlte a schifo*, se l'intradosso è formato dall'insieme delle superficie di tanti fusi sferici quanti sono i lati del poligono che la vôlta

ricopre, e i quali impostati sui lati medesimi, o terminano ad una data altezza nei lati d'un poligono simile al poligono d'imposta, e i quali, essendo paralleli ai lati del medesimo, trovansi in un piano orizzontale che chiude la vòlta, oppure proseguono fino all'estremo della monta della vòlta stessa, incontrandosi in esso come mostrano le figure 101ª e 102ª;

g) in *volta a cupola* o *a bacino*, se l'intradosso è costituito da una calotta sferica, o da un emisfero, basati su una pianta circolare, oppure da una mezza ellissoide di rivoluzione basata su una pianta ellittica.

Nel primo caso la vòlta dicesi a *tutta monta*, nel secondo distinguesi a *monta depressa* o *rialzata*, secondo che la monta della curva è eguale all'asse minore, oppure all'asse maggiore della pianta ellittica su cui è costrutta, come mostra la figura 103ª;

h) in *vòlte lunulate*, se essendo a *botte*, a *schifo* o a *bacino*, hanno la superficie d'intradosso interrotta da unghie cilindriche o cilindroidiche, o sferiche, poste a luogo di altrettanti fusi tolti dalla stessa superficie d'intradosso come mostra la figura 104ª;

3° finalmente per riguardo alla loro struttura

a) in *volte leggiere* o *sottili*, le quali atteso il loro piccolo spessore si sorreggono più per tenacità dei cementi, che per il reciproco contrasto dei materiali che le formano.

Ad esso s'appartengono tutte le vòlte ordinarie delle costruzioni civili

b) in *volte grosse*, causa il loro notevole spessore necessario per opporsi e resistere all'urto e alle scosse, prodotte dal passaggio dei veicoli, o al peso di considerevoli masse d'acqua, di terra, o roccia che su di esse gravitano Esse sono impiegate nella costruzione delle vòlte che occorrono nei differenti lavori stradali e idraulici, e vengono costrutte con cunei in pietra da taglio, oppure con due o più filari di mattoni

656. Costruttura delle volte — La costruttura delle vòlte ne obbliga a considerazioni generali a tutte le volte, e particolari a ciascuna vòlta dianzi distinta

Le considerazioni generali sono per buona parte comuni a quelle già esposte per la costruttura di qualunque opera in muratura, e prescrivono in più alcune norme specialissime per il genere dell'opera muraria che sono le vòlte

Queste norme sono le seguenti:

1° di costruire la vòlta per filari eguali da ambo i fianchi della vòlta stessa, disponendoli per modo che i giunti o letti dei cunei riescano normali alla curva d'intradosso, e curando al tempo stesso di far cadere i giunti dei cunei d'un filare, nel mezzo del cuneo del filare adiacente;

2° di formare ciascun filare con i cunei posti a mano, aggiustandoli e collegandoli per modo da lasciarli non solo in perfetto contatto fra di loro, ma da comporre ancora un tutto solido e ben unito,

3° di collocare a sito la chiave della vôlta senza forzarla smoderatamente col martello o con zeppe, affine di non produrre qualche alterazione ne sui fianchi della vôlta, nè sui piedritti su cui s'appoggia,

4° di ricoprire l'estradosso, mano mano che si costruisce la vôlta, da uno strato di malta valevole ad empire perfettamente tutte le commessure che l'estradosso medesimo potesse presentare,

5° infine di adoperare malta di calce e sabbia, oppure cemento idraulico, e proscrivere il gesso adoperato comunque da solo o commisto a sabbia, causa la facilità sua di deteriorarsi per l'umido, e la proprietà di gonfiarsi quando si asciuga, lo che può esser cagione di dannose mosse ai muri

Le considerazioni particolari poi risguardano più specialmente l'apparecchio di ciascuna vôlta e la effettiva costruttura, la quale varia secondo il genere di vôlta che si richiede

La costruttura delle vôlte in pietra da taglio richiede che i cunei, si collochino in quei posti individuali per cui furono apparecchiati, e i quali, come il lettore intenderà, sono determinati dall'equazione della curva che costituisce l'intradosso della vôlta, e per mezzo della quale si determinano in numeri le ascisse ed ordinate corrispondenti agli estremi, superiore ed inferiore della faccia del cuneo che deve far parte dell'intradosso, riferite ad un'asse orizzontale preso a piacimento e legato ad invariabili capi saldi. È miglior metodo però, ed io intendo d'applicarlo a quelle curve impiegate nella forma dell'intradosso, la cui equazione è facilmente determinata dalle cognizioni di Geometria analitica limitata dai programmi di Matematica dei tecnici Istituti, quello di calcolare anticipatamente i valori delle sopradette ordinate ed ascisse per tutti i cunei, e formarne quindi una tavola da consultarsi all'occorrenza, e mano mano che si procede nella costruttura della volta.

Occorrendo però d'ordinario qualche imperfezione nel taglio dei cunei, è consigliato dalla pratica di collegarli fra loro a mezzo d'un sottile strato di malta che valga a correggere l'imperfetto contatto che si otterrebbe

La costruttura delle vôlte in pietrame richiede, che,

1°, si tolga ad ogni pezzo il cappellaccio che lo involve, e acconciato colla martellina alla forma più regolare che assicuri il maggior contatto cogli adiacenti pezzi, si inumidisca e si adagi al suo posto bene inviluppata di malta, battendovelo colla martellina perchè bene si unisca agli altri;

2°, s'inseriscano delle scaglie fra le commessure dell'estradosso, perchè meglio i filari riescano normali alla curva dell'intradosso

La costruzione delle vôlte in mattoni poi, varia anche secondo la grossezza che si vuol dare alla vôlta, dipendendo da essa la disposizione dei mattoni nei filari della vôlta stessa

Ora queste vôlte possono costruirsi:

1°, o con grossezza uguale allo spessore o grossezza del mattone, nel qual caso i mattoni si dispongono per piatto congiungendoli nella direzione della stessa grossezza, e usando del cemento idraulico anzichè della malta di calce e sabbia, o della malta di gesso e sabbia come si usava ancora non è molto;

2°, o con grossezza doppia del mattone nel qual caso, al primo corso di mattoni se ne sovrapone un secondo, come mostra la fig. 105ª, riuscendosi, tanto colla doppia, che colla stessa semplice grossezza del mattone, a formare delle vôlte abbastanza solide da usarsi nella copertura dei differenti piani delle costruzioni civili, purchè 1° non si lasci nessuna apertura nel corpo di esse, 2° si adoperino mattoni ben cotti, resistenti, e di grossezza non inferiore a 5 centimetri;

3°, con grossezza eguale alla lunghezza dei mattoni, per cui questi si dispongono allora come suolsi dire di costa, ossia di taglio, come mostra la figura 106ª, e nella cui costruttura devesi curare

a), di adoperare mattoni imbevuti prima d'acqua,

b), di disporli quanto più possibilmente a modo da avere le faccie di giuntura perpendicolari all'intradosso della vôlta, inserendo, anche a meglio raggiungere l'intento, scaglie di mattoni nelle commessure dell'estradosso, su cui mano mano che si compie la vôlta, e sempre per filari eguali da ambo i fianchi, si versa della buona malta per riempiere le commessure che esso potesse presentare,

c), di non risparmiare la malta, e di inviluppare bene in essa ciascun mattone, il quale si adagia al posto battendolo colla martellina;

4°, finalmente con grossezza eguale a 2, a 3 o più teste di mattoni, per cui questi si dispongono a modo, che il primo filare presenti all'intradosso la grossezza dei mattoni e abbia le faccie di giuntura sempre normali alla curva d'intradosso, e gli altri filari disposti in modo consimile, ma con le faccie di giuntura cadenti nel mezzo dei mattoni del filare precedente. Nè in questo genere di vôlta si ommetta, di inserire scaglie di mattoni nell'estradosso di ciascun filare per sempre più facilitare la perpendicolarità delle faccie di giuntura all'intradosso del filare medesimo, nè di usare mattoni bene imbevuti d'acqua, buona malta e in abbondanza, nè infine di ricoprire con malta l'estradosso di ciascun filare mano mano che si costruisce la vôlta, per così riempire le commessure dell'estradosso medesimo.

La costruttura infine delle vôlte cementizie, si eseguisce preparando

il calcestruzzo come già notai nel *Libro primo, Capitolo X*, e poi gittandolo sul manto dell'armatura uniformemente da ambo i fianchi, e battendolo con cura affinchè si addensi e prenda la maggior possibile consistenza

657 Apparecchio delle vôlte. — L'apparecchio delle vôlte, che come dissi già è fra le considerazioni particolari della costruttura di esse, ha per còmpito di dividere la vôlta in filari, e questi in cunei, e facilitare quindi la determinazione della forma che ciascun pezzo della vôlta deve avere, in corrispondenza dell'intradosso, o del sesto della vôlta stessa

Siccome però è desso uno studio speciale della *Stereotomia*, una fra le belle applicazioni della Geometria descrittiva, così mi limito a farne l'applicazione alle volte rette le più facili, e ad un tempo le più semplici, quali le *piattabande*, gli *archi*, e le *volte a botte cilindriche* insistenti su muri verticali

658 Apparecchio d'una piattabanda retta insistente su un muro a paramento piano e verticale — Dissi già che la *piattabanda* è una vôlta coll'intradosso piano e orizzontale Essa è impiegata per cuoprire le porte e le finestre d'un edifizio, convenendo meglio alla forma delle imposte di legno colle quali si sogliono chiudere, come anche a cuoprire gallerie, o altri spazii di figura rettangolare, offrendo essa il vantaggio di somministrare per una data altezza, un maggiore spazio interno, e una luce maggiore di quella non si avesse, ove lo spazio medesimo si ricoprisse da una vôlta a intradosso curvo

Le piattabande possono essere semplici, e a squarcio, o come suolsi dire a *strombatura*

Io mi limito all'apparecchio d'una piattabanda per apertura retta di finestra o porta, e a squarcio, stimando valga di guida tanto nell'apparecchio d'una piattabanda semplice, quanto d'una piattabanda per galleria.

La prima norma data alle considerazioni generali per la costruttura delle vôlte, paragrafo 656, e per la quale le faccie di giuntura dei cunei debbono riescire normali all'intradosso, non può essere soddisfatta nella piattabanda, causa che, avendo questa l'intradosso orizzontale, le faccie di giuntura dei cunei dovrebbero essere verticali, e i cunei stessi non potrebbero reggersi scambievolmente, che in virtù del solo attrito e della coesione dovuta alla malta interposta. Ora non bastando queste condizioni alla stabilità della vôlta, essa non sarebbe capace di sostenere il più lieve peso, e la più piccola mossa dei piedritti, dal di dentro all'infuori, basterebbe per produrne la rovina

Si convenne quindi per la maggiore stabilità, di dirigere le giunture dei cunei a modo, che esse concorrano tutte in un punto della verticale

condotta per il mezzo della chiave, e il quale in una alla grossezza della stessa piattabanda, dipende dalla larghezza o apertura di essa, del peso sovrastante, e dalla qualità dei materiali

Le condizioni di maggiore stabilità, prescrivono che il punto medesimo sia il vertice d'un triangolo equilatero, costruito sopra l'apertura della piattabanda

Siccome però l'imperfezione in cui può cadersi nel taglio dei cunei, compromette la stabilità dell'opera, così la buona pratica consiglia ancora

a) di apparecchiare i cunei a modo che ciascuno, abbia, a partire dai pulvinari, un poco di aggetto sul cuneo precedente al disopra della linea che vuol darsi all'estradosso, tagliando il medesimo e risalti,

b) di portare il letto orizzontale dei cunei pulvinari, e il quale è in comune coi corsi o filari del piedritto, un poco più basso della soglia della volta, per così evitare gli angoli troppo acuti che si avrebbe ciascun cuneo pulvinare, come mostra la fig 107ª

Sia ora nella figura medesima A B C D un muro, ed E F G H l'ampiezza d'un apertura, porta o finestra, rettangolare, da praticarsi in questo muro di grossezza B C

Nelle costruzioni ordinarie, i fianchi E H, F G dell'apertura, soglionsi tenere in linea retta per tutta la grossezza del muro, nelle buone costruzioni però e particolarmente nel caso di aperture per porte e finestre, soglionsi gli stessi fianchi tagliare secondo le rette E m n o p, dicendosi *mazzette* o *soglie* dell'apertura le faccie verticali e m, F g, *battuta* della medesima, le faccie m n, g r, *controbattuta* le faccie n o, r s, e infine *squarci* le faccie inclinate o p, s t, e le quali non s'inclinano per oltre il limite di o'' p minore di $\frac{1}{10}$ di oo''

La *controbattuta* però a dir vero, si ommette quasi sempre nelle porte e finestre, per cui lo *squarcio* segue immediatamente la *battuta*, e solo si costruisce nelle fortificazioni, o qualche volta nell'architettura idraulica.

Tutte queste faccie del fianco interno dell'apertura, si continuano poi anche nell'intradosso di essa, per cui questo trovasi formato da quattro faccie, e cioè da una faccia orizzontale eguale ad E m che è la *soglia*, da una faccia verticale eguale ad m n che è la battuta, da una faccia orizzontale eguale ad n o che è la controbattuta, ben inteso quando siavi, e infine dalla faccia inclinata ed eguale ad o p, che è lo squarcio

Projettando ora, nel piano verticale le differenti rette or ora vedute nella projezione orizzontale della piattabanda, e nel piano orizzontale gli estremi delle linee di giuntura dei cunei, non che gli estremi del ri-

spettivo aggetto su ciascun cuneo precedente quali si hanno nel piano verticale, è facile determinare la figura e le faccie particolari di tutti i cunei, compreso il pulvinare, il quale s'appeggia e s'imposta sul piedritto, colla faccia b. su n o p D A E, e conseguentemente guidare il taglio di ciascun cuneo medesimo

D'ordinario, si fanno le *soglie* dal 1/4 al 1/3 della grossezza dell'apertura, le *battute* dai 7/24 ai 5/12 della *soglia*, le *controbattute* i 2/3 della battuta, e per l'inclinazione dello squarcio, ove non si voglia tenere il limite precedentemente dato, si determina, formando un rettangolo coi due lati *n r*, ed *n o''* ove non vi fosse la controbattuta, e coi due lati *o s* ed *o o''* ove vi fosse questa, facendo centro in *o''*, e con raggio eguale alla diagonale del rettangolo formato, tagliando la linea *d c*. Il punto incontrato sarebbe l'estremo dello squarcio

659 Apparecchio d'un arco e d'una vòlta a botte retta — Studiando l'apparecchio d'una *vòlta a botte*, intendo compiere pur quello degli *archi*, giacchè come dissi già § 655, questi non sono altro che vòlte a botte di lunghezza molto piccola in paragone alla corda o apertura della vòlta stessa.

Una vòlta a botte poi dicesi retta, allorchè termina ad un piano verticale, perpendicolare alla direzione del suo asse nella projezione orizzontale

Ora, siccome la prima norma data alle considerazioni generali per la costruttura delle volte, o per la quale le faccie di giuntura, ossia i giunti dei cunei, debbono riescire normali all'intradosso della vòlta, può aver qui la sua applicazione, così occorre anzitutto, per ottemperare alla medesima, tracciare sulla fronte della vòlta i giunti dei cunei per così determinare le forme dei cunei stessi, e stabilire di poi la loro lunghezza, la quale sarà eguale alla grossezza della vòlta nel caso d'un arco, o bisognerà determinarla per evitare la continuità delle faccie di giuntura in due filari consecutivi, nel caso d'una vera vòlta a botte

Sia ora A D B Fig 108^a una delle fronti della vòlta da apparecchiare, e siano M N O P, Q R S T le projezioni orizzontali dei piedritti che comprendono lo spazio da coprirsi. S'incomincia dal dividere la curva A D B in un numero dispari di parti eguali. Se pei punti di divisione 1, 2, 3, 4, si conducono le rette 1 *a b*, 2 *c d*, 3 *e f*, 4 *g h*, parallele alle direzioni delle linee dei piedritti, si determineranno le projezioni degli spigoli dell'intradosso, e conseguentemente si sarà divisa la vòlta in filari. Prolungando poi i raggi C 1, C 2, C 3, C 4, avremo in queste linee gli spigoli di fronte della vòlta, e conseguentemente la forma di ciascun cuneo, la quale però sarà meglio determinata, ove si limiti l'altezza di ciascun cuneo medesimo. In proposito, e supponendo che l'altezza stessa debba essere eguale per tutti i cunei, lo che si verifica massimamente quando la fronte

della vôlta si trovi nel paramento d'un muro apparecchiato a corsi regolari di pietre, si porti l'altezza medesima sulle perpendicolari innalzate nei punti A', B', e condotta nei punti A'' B'' l'orizzontale A'' F F' B'', si determinerà l'altezza 1 F, 4 F, dei giunti dei pulvinari. Innalzate poi nei punti F, F' le due altezze F G, F' G' eguali alla sovradetta altezza, e condotta pei punti G G' l'orizzontale G H H' G', si determinerà l'altezza dei giunti dei nuovi cunei. Procedendo quindi di questo modo si giungerà a determinare l'altezza di tutti i rimanenti spigoli di fronte, determinando meglio la forma dei singoli cunei.

Abbassando ora, sempre parallellamente alle linee dei piedritti nelle loro projezioni, e dai punti F, H, H', F', le rette F G'', H F'', H' H'', F' F'', queste determineranno le projezioni degli spigoli dell'estradosso.

Supposto poi che la lunghezza massima di ciascun cuneo, si voglia eguale ad M m, si conduca la m r parallela alla M B, e su di essa si troveranno projettati gli spigoli di testa dei pulvinari, gli spigoli cioè di giuntura dei pulvinari di fronte dalla volta, con i successivi cunei pulvinari che sono nel corpo della vôlta stessa, più gli spigoli di testa della chiave, e quelli dei cunei che si trovano nei filari alternati fra il filare della chiave, e quelli dei pulvinari. Due rette poi n n', s s', condotte parallelamente ad m r, a metà distanza di M m, conterranno le projezioni degli spigoli di fronte dei cunei che si trovano addossati immediatamente ai pulvinari, e di quelli dei filari alternati fino alla chiave.

Fatta così la divisione, della volta in filari, e la divisione di questi in cunei, la forma di ciascun cuneo rimane determinata da quella d'un prisma retto, colle basi rappresentate nelle fronti dei cunei che sono nella fronte della vôlta, e con cinque faccie, quattro delle quali sono piane e rettangolari, e la quinta è cilindrica per tutti i cunei, ad eccezione di quelle di chiave che ha cinque faccie piane rettangolari ed una cilindrica.

Apparecchiata così una *volta a botte*, o un *arco*, coi fianchi senza strombatura, può riescir facile, ricordando la strombatura della piattabanda, apparecchiare anche una *vôlta a botte* o un *arco*, che debba avere gli squarci (1).

(1) Costruzione grafica delle curve impiegate per l'intradosso delle vôlte a botte e rampanti. — Sebbene estranei all'apparecchio delle volte, piacemi qui compendiare brevemente i metodi grafici per costruire le curve impiegate nell'intradosso delle vôlte cilindriche a *botte* e *rampanti*, non che quelli, per condurre alle medesime le normali che segneranno la direzione dei giunti dei cunei.

a) *Curva ad arco di circolo, e normale ad essa.* — Essendo data la corda e la saetta dell'arco, il problema riducesi a determinare il centro del circolo che passa per tre punti dati, gli estremi della corda cioè, e l'estremo della saetta. La

Capitolo V.

Armatura e disarmo delle volte

660. Considerazioni generali — Qualunque sia la vôlta che vogliasi costruire, occorre sempre nell'atto di sua costruzione, sostenerla a mezzo

---

normale all'arco si determina nel prolungamento del raggio condotto per quel punto per cui si voleva far passare la normale. — Che se la volta fosse a pieno centro, la curva d'intradosso sarebbe un *semicircolo*, e le normali sarebbero sempre il prolungamento dei raggi

b) Curva ellittica, e normale ad essa — Uno dei buoni metodi per costruire l'elisse, è quello di tracciarla con più punti. In proposito, tracciati che siensi i due assi AB, CD, Fig. 109ª, coi medesimi si descrivano due circonferenze di circolo, e da un punto qualunque M dell'asse maggiore, s'innalzi la perpendicolare MN fino allo scontro in N della circonferenza descritta sullo stesso asse maggiore. Si unisca quindi N con o, e pel punto P di scontro colla circonferenza descritta sull'asse minore, si conduca la s' P s parallela ad AB, il punto s ove questa parallela incontra la MN appartiene all'elisse — È facile ora intendere il modo come si determinano i punti s', s'', s''', non che tutti quelli altri punti che si vogliono dell'elisse.

La normale all'elisse si conduce nel seguente modo. Si congiunga il punto O della circonferenza dell'elisse Fig. 110ª coi fochi F, F', prolungando al di fuori dell'elisse medesima le stesse rette F o, F' o, e si divide per metà l'angolo m o n. La bisettrice o s di questo angolo sarà la normale all'elisse nel punto o.

c) Curve ovali e a mezza botte, e normali ad esse — Rondelet ne avvisa che i costruttori impiegano d'ordinario, per la curvatura delle vôlte acute o schiacciate, un sistema di archi di circolo che differisce dell'elisse, e da loro indicato col nome di *curve ovali* o a *mezza botte*.

I processi adoperati per descrivere queste curve sono parecchi. Io mi limiterò però ai due seguenti:

1° Si divida l'asse maggiore AB, eguale sempre all'apertura o corda della volta a costruirsi, Fig. 111ª in tre parti eguali nei punti 1, 2, dai quali come centri, e con una di queste parti per raggio, si descrivano due circonferenze di circolo che s'intersecano nei punti M ed N. Questi punti, cogli altri 1, 2, sono i centri degli archi per descrivere l'ovale, formata dagli archi A a con centro in 1, a a' con centro in N, a' B con centro in 2.

2° Si divida l'asse maggiore AB in quattro parti eguali nei punti 1, 2, 3, e fatto centro in essi, con raggio eguale ad una di queste parti, si descrivono tre circonferenze di circolo. I punti 1, 3, o, o' ottenuti questi ultimi dall'intersezione della circonferenza mediana colla perpendicolare innalzata nel mezzo dell'asse AB, centro della circonferenza medesima, saranno i centri degli archi per descrivere l'ovale, formata dagli archi A a con centro in 1, a a' con centro in o', a' B con centro in 3

d'un solido sistema di legname, che in arte dicesi *armatura*, e che spesso le vale anche di sostegno dopo il suo compimento, e fino a che i materiali che la compongono, non siansi assodati ed assettati a modo da assicurarne la sua stabilità.

661. Duplice è l'ufficio dell'armatura, valendo essa non solo a sostegno della vôlta fino al suo completo assodamento, ma ancora a darle la

---

Le normali a queste curve è facile intendere, che saranno il prolungamento dei raggi dei rispettivi archi.

d) *Cicloide, e normale ad essa* — La cicloide è impiegata vantaggiosamente solo però quando la monta, o la saetta dell'intradosso, è eguale ai 7/22 della corda o apertura della vôlta — Si divide quindi la corda AB in 22 parti eguali, Fig. 113ª, sette delle quali si portano sulla perpendicolare innalzata nel mezzo della corda, e su di essa, presa come diametro, si descrive una circonferenza di circolo. — Divisa questa in 22 parti eguali, e condotte dai punti di divisione 1, 2, 3, 4 ecc., delle parallele alla corda AB, fatto centro negli stessi punti 1, 2, 3, 4 ecc., e con raggi eguali a 1, 2, 3, 4 ecc., parti eguali della corda, si intersechino le stesse parallele nei punti a, a′, a″, a‴, ecc., che saranno tanti punti della cicloide, e da unirsi poi a mano. La normale ad un punto a‴ della cicloide si conduce nel seguente modo — Si conduca nel punto F del diametro della piccola circonferenza la retta indefinita FD parallela ad AB, e su di essa a partire da F si porti la lunghezza a‴ 4 in o. Si unisca a‴ con o, e condotta nel punto a‴ la normale alla retta a‴ o, sarà essa la normale alla curva.

e) *Curve a più centri, e normali ad esse*

1° *curva a 3 centri* — Questa curva, che è impiegata sempre quando la corda sia minore del triplo della monta o saetta, si descrive, costruendo una semicirconferenza sulla corda AB, Fig. 114ª, dividendola in 3 parti eguali coi raggi C o, C o′, e conducendo le corde A o, o m, m o′, o′ C. Dal punto m estremo della saetta data, si conducano m p, m p′ paralelle alle corde m o, m o′, e dai punti p, e p′, le rette p h, p′ h parallele ai raggi c o, c o′, i punti o, h, a′, saranno i centri degli archi A p, p p′, p′ B coi quali si formerà la curva dell'intradosso.

2° *Curva a 5 centri.* — Data la monta e la corda, descrivasi su questa una semicirconferenza da dividersi poi in 5 parti eguali coi raggi a C, b C, e C, f C, Fig. 115ª. Si pigli arbitrariamente A 3 per raggio del primo arco, e si conduca la retta n 3 2, parallela al raggio a C. Si conducano quindi le corde a b, b d, d e, e f, f B e dai punti n e p, le due rette n m paralella ad a b, e p m parallela a b d. Dal punto m si conduca m 2 1 parallela al raggio b c, i punti 3, 2, 1, sono i centri degli archi A n, n m, m p il quale ultimo è solamente descritto per metà, mancando alla destra della figura le costruzioni fatte alla sinistra.

3° *Curva a 7 a 9 centri.* — Il metodo precedente può essere anche applicato per descrivere curve di 7 o 9 centri, purchè si pigli sempre arbitrariamente il raggio del primo arco sulla corda o apertura delle volte. Siccome però non sempre si giunge a buon termine seguendo questo metodo, e pensando, che i differenti archi di cui si compone la curva devono unirsi tangenzialmente fra loro, affine di ma-

forma che deve presentare il suo intradosso. Adunque in ogni armatura distinguonsi due parti, una resistente al peso dei materiali di cui si aggrava nella formazione della vôlta, e che in arte dicesi *centinatura* o *incavallatura*, l'altra valevole a dar la forma alla vôlta medesima, e terminata perciò da una superficie identica a quella che deve presentare l'intradosso della vôlta, e detta comunemente *manto* o *dossale*

---

scendere l'interruzione stessa degli archi, per cui è necessario che i centri di due archi successivi si trovino sullo stesso raggio, che i raggi vadano proporzionatamente crescendo, e infine che i raggi di due archi differenti e i quali terminano nel punto d'unione degli stessi archi, facciano angoli eguali fra loro, l'ingegnere *Lerouge*, supponendo che i raggi crescessero in progressione aritmetica, ha determinato la tavola seguente per i valori dei raggi di curve a 5, a 7, a 9 centri, corrispondenti tutte a una corda o apertura eguale all'unità

Curva a 5 centri			Curva a 7 centri			Curva a 9 centri		
Monta	Primo raggio	Differenza dei raggi successivi	Monta	Primo raggio	Differenza dei raggi successivi	Monta	Primo raggio	Differenza dei raggi successivi
0,350	0,245	0,228	0 350	0,221	0,160	0,350	0,206	0,123
0,360	0,262	0 213	0,360	0,239	0,149	0,360	0,226	0,115
0,370	0,279	0,198	0,370	0 258	0,139	0,370	0,245	0,107
0,380	0,296	0,183	0,380	0,276	0,128	0 380	0,265	0,099
0 390	0,313	0,167	0 390	0 295	0,117	0,390	0,285	0,091
0,400	0,330	0,152	0,400	0,314	0,107	0,400	0,304	0,082
0,410	0,347	0,137	0 410	0,332	0,096	0,410	0,324	0,074
0,420	0,364	0,122	0,420	0,351	0,085	0,420	0,343	0,066
0,430	0,381	0,107	0,430	0,370	0 075	0,430	0,363	0 058
0,440	0,398	0,091	0,440	0,388	0 064	0,440	0,383	0 040
0,450	0,416	0,077	0,450	0,407	0,053	0,450	0,402	0,041
0,460	0,432	0,061	0,460	0,425	0,043	0 460	0,422	0,033
0,470	0,446	0,046	0,470	0,444	0,032	0,470	0 441	0,025
0,480	0,466	0,030	0,480	0,463	0,021	0,480	0,461	0,016
0,490	0,483	0,015	0,490	0 481	0 011	0,490	0,480	0,008
0,500	0,500	0,000	0,500	0,500	0,000	0,500	0,500	0,000

662. Distinzione delle armature. — Le armature si distinguono in *armature per vòlte leggiere*, e in *armature per vòlte di pesante struttura*.

Entrambe però hanno da essere costruite simmetricamente attorno all'asse verticale della volta. Dovendo difatti la costruttura della volta procedere equabilmente da ambo i lati verso la chiave, ragion vuole che l'armatura, o meglio le parti della centinatura, si trovino egualmente premute, e possano così farsi anche scambievole contrasto.

663. Le armature per vòlte leggiere, hanno le centinature formate da tavole congiunte fra loro in grossezza e lunghezza a mezzo di chiodi, e tagliate esteriormente secondo la curva direttrice dell'intradosso, come

---

Il modo di valersi di questa *Tavola* è semplicissimo, perchè basta descrivere un semicircolo sulla corda considerata come diametro, dividere il semicircolo medesimo in tante parti eguali quanti sono i centri coi quali si vuol costruire la curva, conducendo i raggi ai punti di divisione, e prendere sul diametro, ossia sulla corda della vòlta, a partire da un estremo, il primo raggio segnato sulla *Tavola*, corrispondentemente al numero dei centri. Nell'estremo di questo raggio, e che è il centro del primo arco, si conduca una parallela al primo raggio del semicircolo, e su di essa, a partire dal primo centro già segnato, si porti la differenza notata nella *Tavola*. L'estremo di questa differenza segnerà il secondo centro, ossia il centro del secondo arco. Per questo nuovo centro si conduca una parallela al secondo raggio del semicircolo, e su di essa, a partire dallo stesso secondo centro, si porti la stessa differenza dianzi ricordata, e il suo estremo sarà un terzo centro. Si prosegua di questo modo sino alla metà della curva, per poi ripetere la stessa operazione a partire dall'altro estremo del diametro, o corda data della curva.

4° *Curva a 11 centri.* — La figura 116' rappresenta la metà d'una curva a 11 centri, costruita nel seguente modo. — Descritti due quadranti con centro in C, e raggi C A, C B eguali alla corda e alla saetta, o monta della curva, si dividono entrambi in 6 parti eguali coi numeri in ciascuno segnati 1, 2, 3, 4, 5, come lo mostra la figura. Dai punti di divisione del quadrante maggiore si abbassino delle perpendicolari sopra A C, e dai corrispondenti punti del quadrante minore si conducano delle parallele alla stessa A C, fino allo scontro colle suddette perpendicolari. Si uniscano con rette i punti d'incontro *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, e sul mezzo di queste rette s'innalzino delle perpendicolari, due delle quali, le estreme, incontrano l'una la corda A C nel punto o, che è centro del primo arco A *a*, l'altra la monta prolungata nel punto M, centro dell'arco e B; mentre le altre, determinano i centri degli altri archi nello scontro di esse col prolungamento del raggio condotto all'estremo dell'arco precedente, e nei punti *p*, *q*, *r*, *s*.

Il *Rondelet* stima questo metodo il migliore fra quanti se ne conoscono per determinare queste curve a undici centri, rinvenendo per esse una curvatura più uniforme, più regolare, e di forma più solida e piacevole.

Le normali a queste curve, come ben si può intendere sono tutte nel prolungamento dei raggi per ciascun arco.

mostra la figura 119ª per un intradosso ad arco di circolo. Queste centinature si collocano verticalmente a distanza fra loro di m. 0,50 o m. 1 al più, appoggiandole a punti fissi, forniti o dal risalto d'uno stabile cornicione dei piedritti della vôlta, o da mensole di pietra infisse appositamente nei muri e alle debite altezze e distanze, o infine da architravi di legno posti aderenti ai piedritti, e sostenuti da ritti o candele verticali, assicurate nella loro posizione a mezzo di sbadacchi o correnti interposti. Sopra di esse poi si forma il manto o con tavole chiodate per lungo, oppure con un semplice strato di canne fissate sopra correnti inchiodate alle centinature, e ricoperto da un leggero

---

f) Curve rampanti. — Queste curve sono d'ordinario formate con due archi di circolo di diverso raggio, i quali si uniscono con tre tangenti, due delle quali formano i piedritti, e la terza, che denominasi *linea d'operazione*, o anche meglio *linea di sommità*, è quella che determina le sommità della curvatura. La linea poi che congiunge i punti d'unione dei due archi formanti la rampante, coi piedritti, e la quale è sempre inclinata, dicesi *linea di salita*.

Questa *linea di salita*, la grandezza degli archi, e la posizione dei loro centri, sono dipendenti dalla *linea di sommità*, e dal punto di contatto della curvatura dell'arco sopra la stessa *linea di salita*.

Ecco ora alcune costruzioni di rampanti.

1° Siano A B la linea di sommità (Fig. 117ª), M il punto di contatto, ed A e, B C, le linee dei piedritti. Si determina la linea di salita che passa pei punti delle origini, ossia dei punti d'unione dei due archi coi piedritti, portando A M da A in N, B M da B in P, e conducendo la retta N P. Conducendo poi tre perpendicolari, una in M alla linea di sommità A B, e le altre due in N e in P alle due linee dei piedritti, le scontro di queste ultime con la prima perpendicolare dà i centri dei due archi, che congiungendosi nei punti A e B, vanno ad unirsi tangenzialmente nel punto M della linea di sommità.

Quando il punto M fosse nel mezzo della linea di sommità, la linea di salita si troverebbe parallela a quest'ultima.

Se ci fossero date la linea di salita e l'inclinazione della linea di sommità, si determina la posizione di quest'ultima, e quindi il punto in essa d'unione dei due archi formanti la rampante, nel seguente modo. — Si conduca ad una distanza qualunque (Fig. 118ª) dalla linea di salita una linea m n secondo la inclinazione data della linea di sommità, e fatto centro nei punti e e', ove la m n interseca le linee dei piedritti con raggio eguale alla rispettiva distanza dei punti A e B d'origine della rampante, si descrivano due archi di circolo che intersechino la m n nei punti p, e q. Tirate le corde A p, B q, lo scontro s del loro prolungamento, sarà il punto d'unione, dei due archi formanti la rampante, nella linea di sommità, e la parallela A'B' condotta per esso alla m n sarà la stessa linea di sommità.

Determinata la linea di sommità e il punto di tangenza, o d'unione con essa dei due archi formanti la rampante, questa si costruisce come insegnai per la Fig. 117ª.

antonaco di terra stemperata nell'acqua. Ove l'intradosso della vôlta debba apparire ornato di cassettoni, questi si disegnano sulla superficie del manto, e su di essa si costruiscono con regoli e tavole quei lavori di rilievo corrispondenti ai cassettoni incavati che devono figurare nell'intradosso, e sul quale rimangono stampati nella costruzione della vôlta

Le tavole adoperate per formare queste centinature hanno da esser lunghe m. 1,30, e hanno da avere la larghezza e la grossezza variabili secondo la corda o apertura della vôlta.

In termini generali si può ritenere, che, per corde lunghe m. 8, occorrono tavole della larghezza di m 0,217, e grosse per m 0,027; per corde lunghe m. 12, occorrono tavole larghe m. 0,27 e grosse m. 0,04, infine per corde lunghe m. 30, occorrono tavole larghe m. 0,35 e grosse m. 0,08

664 Armature per le differenti specie di vôlte leggiere — Le armature per le differenti vôlte leggière, non differiscono fra loro che nella disposizione delle centinatura, per modo da formare col manto che le ricopre, quella figura a cui deve conformarsi la superficie dell'intradosso della vôlta a opera finita

È perciò, che l'armatura delle vôlte a botte rampanti si costruisce, disponendo le centinature come nelle vôlte a botte ordinarie, modificando però la disposizione, e adattando le centinature alle particolari condizioni, e alle forme, alle volte stesse assegnate

L'armatura per le vôlte coniche, varia secondo che valgono a sostegno di quelle rappresentate dalla figura 97ª, oppure dalla figura 99ª

L'armatura delle vôlte secondo la figura 97ª, si può costruire disponendo tante centinature orizzontalmente, e secondo le sezioni fatte nel cono perpendicolarmente all'asse, assicurandole a mezzo di sbadacchi disposti secondo le generatrici dello stesso cono, e formandovi sopra il manto come meglio possa stimarsi

L'armatura invece per le vôlte coniche secondo la figura 98ª, si costruisce, come ben puossi intendere, con due centinature poste nei piani di testa della vôlta, e con altre poste fra mezzo e parallellamente ad esse, sostenendole tutte nella posizione verticale in uno dei modi avvertiti per l'armatura delle vôlte a botta, e assicurandole nella rispettiva posizione a mezzo di sbadacchi, e corrauti, posti parallellamente alla generatrice della superficie d'intradosso

L'armatura per le vôlte a vela, figura 99ª, si costruisce, disponendo sulle diagonali del quadrato o rettangolo a coprire, due centinature intere, indi altre quattro centinature verticali sui quattro lati della stessa figura, e conformate alla curvatura degli archi che costituiscono i lembi della vôlta lungo le pareti circostanti, e finalmente unendo la curvatura

superiore di questi archi col vertice della volta, a mezzo di tante costole o sbadacchi, sui quali si costruisce il manto della stessa armatura. Ove però l'area a coprirsi, anzichè rettangolare o quadrata, fosse poligonale, si dovrebbero usare delle mezze centinature che partendosi dagli angoli del poligono si unissero tutte nel vertice della vôlta, da riunirsi poi questo colle centinature intiere poste nei lati del poligono stesso.

L'armatura per le vôlte a crociera, figura 100ª, si costruisce, disponendo verticalmente delle centinature intiere sui lati del poligono a coprirsi, conformate prima alla curvatura degli archi che sono base delle unghie della vôlta, indi delle mezze centinature che partendosi dagli angoli del poligono facciano capo nel vertice della stessa vôlta, e infine completando la centinatura di ciascun'unghia, col disporre fra gli spigoli delle unghie stesse, delle centinature collocate parallelamente ai lati del poligono.

L'armatura per le vôlte a schifo, figura 101ª, si costruisce con tante mezze centinature quanti sono i lati del poligono a coprirsi, disposte in modo che si partano dagli angoli del poligono stesso e concorrano nel vertice della vôlta, e poi con altre mezze centinature che partendosi dal vertice giungano sul mezzo dei lati del poligono, disposte pero queste ultime in piani perpendicolari agli stessi lati, per indi, con costali paralelli a queste ultime centinature, e appoggiati alle centinature fissate nei lati del poligono e a quelle che sono negli angoli, riempiere i fusi sferici che si sono formati, o compiere l'orditura su cui si stabilisce il manto dell'armatura.

Che se poi la vôlta fosse conformata come vedesi alla figura 102ª, l'armatura non differirebbe dalla precedente, che nell'avere le varie centinature degli angoli e dei lati, riunite ai vertici e rèti corrispondenti d'un telajo sostenuto da un conveniente numero di puntelli, e valevole a formare col manto che vi si dispone sopra e da costruirsi con tavole poste trasversalmente, la parte piana della stessa vôlta a schifo.

Finalmente l'armatura per le vôlte a cupola, o a bacino si costruisce con mezze centinature o costole, che partendo dal vertice della vôlta giungono al perimetro dello spazio a coprirsi, giacendo ciascuna di esse in un piano verticale che passa per il vertice della stessa vôlta.

665. Armature per le vôlte di pesante struttura. — Le armature per le vôlte di pesante struttura, quali sono le vôlte in pietra da taglio, e quelle di muratura più grossa delle ordinarie, hanno le centinature assai resistenti, siccome costruite con travi riunite e connesse fra loro a sistema, in forma di triangolo o di poligono. Il manto poi è formato, o sopra pezzi di legno tagliati secondo la curvatura dell'intradosso, e oddossati alle travi inclinate della centinatura, pezzi che

comunemente diconsi *forme* o *curve*, oppure a mezzo di correnti, ai quali si dà il nome di dossali, come vedremo meglio in avanti.

In generale, anche con queste armature la costruttura delle vôlte deve procedere sempre equabilmente da ambo i fianchi della vôlta stessa; solo debbesi per queste vôlte tener caricata di pesi proporzionali la sommità della centinatura, di mano in mano che la volta progredisce sui fianchi, per evitare così che il carico stesso sui fianchi dell'armatura, li comprima, e rialzi la sommità di essa.

666. Distinzione delle armature per le vôlte di pesante struttura. — Le armature per le vôlte di pesante struttura si distinguono secondo che valgono per sostegno di vôlte di piccola o mediocre apertura, oppure di vôlte di apertura o corda considerevole.

Le prime hanno la centinatura formata da due cosciali o puntoni, incastrati con intaccatura marginale a semplice dente cuneiforme nelle estremità d'una catena, lunga egualmente alla corda della vôlta, e congiunti fra di loro nel vertice del triangolo, di cui è base la catena medesima, con intaccatura a doppia coda di rondine nascosta. — Sulla faccia superiore di ciascun puntone, si fissa la *forma* o *curva* tagliata in tavola, e su di essa, si chiodano i tavoloni che hanno a formare il manto della vôlta, come mostra la Fig. 120ª.

Ove non si stimi bastantemente resistente la curva di tavola su cui s'appoggia il manto dell'armatura, si può aggiungere sopra ciascun puntone, considerato come catena, due altri piccoli puntoni o cosciali, come mostra la parte destra della figura medesima, e sui quali si fissano le curve, o forme di tavole, che per essere più piccole, riescono assai più proporzionate al peso da sostenere.

Le armature per vôlte di mediocre ampiezza o corda, si costruiscono formando la centinatura con quattro cosciali, riuniti secondo i lati di un poligono inscritto in una curva parallela alla direttrice dell'intradosso della vôlta, e fissati cogli estremi liberi negli estremi d'una catena, alla quale è congiunto il poligono medesimo, a mezzo di razze e gambe di forza, una delle quali s'infigge verticalmente sul mezzo della catena, e si congiunge con l'altro estremo all'angolo del poligono che cade nel mezzo della curva della vôlta. Il manto poi si costruisce sulle *forme* o *curve* fissate sulle travi che formano i puntoni della centinatura, riuscendo così l'armatura come mostra la Fig. 121ª.

Spesso il manto si forma con segmenti cilindrici di muro, costruiti sopra tavoloni chiodati ai cosciali della centinatura, e corrispondenti nella loro superficie convessa alla superficie d'intradosso della vôlta.

667. Le armature per le vôlte di notevole ampiezza, hanno le centinature composte secondo sistemi differenti, che però possono ridursi a

due principalissimi, quali sono il sistema delle *centinature a catena*, così detto sistema di *Pitot*, e il sistema delle *centinature a poligoni*, così detto di *Perronet*.

La centinatura del sistema di *Pitot*, Fig 122ª, è composta di due parti distinte, l'inferiore, costituita da una catena *c c*, sostenuta alle sue estremità da due saettoni *m m*, e da due altri saettoni *n n* più inclinati dei primi, e che s'appoggiano contro un cuscino *g g* destinato a rinforzo della parte media della catena stessa; e la superiore costituita da un monaco *h* nel quale sono infisse le estremità di due coppie di puntoni o cosciali *v v*, *v' v'*, che con le altre estremità sono connessi alle catene *c c* nei punti corrispondenti ai saettoni *m* ed *n* Queste due parti, sono poi collegate fra loro da tante razze *r r r*... tutte normali alla curva d'intradosso, a cui è parallela la curva d'un arcone composto di più pezzi tagliati con molta precisione, e connessi stabilmente fra loro, e il quale, completando la centinatura, si collega ad essa col mezzo delle stesse razze, e di altre *z*, *z* le quali al tempo stesso gli servono d'appoggio

Il manto di questa armatura è formato da una serie di correnti o travi *t t t* ai quali si dà il nome di *dossali*, e che s' appoggiano sull'arcone, o a determinate distanze se la vôlta si costruisce in pietra da taglio, oppure l'uno a contatto dell'altro se la vôlta si costruisce in mattoni. D'ordinario però, e perchè meglio si effettui il disarmo della vôlta suolsi interporre fra i *dossali* e l'arcone, un pezzetto di legno, che valga come di cuscinetto al dossale medesimo

La centinatura è sorretta da una piattaforma *o o*, sulla quale s' infiggono le estremità dell'arcone e quelle dei puntoni *m n*. Le due parti poi della centinatura sono ritenute nei loro piani verticali da correnti o travi accoppiati, *ss*, *ss*... che stringono fra le loro intaccature il *monaco*, e due delle razze *r r*

La posizione delle catene *c c* suolsi determinare praticamente, conducendo due tangenti alla curva dell'arcone, l'una nell'estremo superiore del monaco, l'altra nel punto d' origine dello stesso arcone, e conducendo una parallela alla corda della vôlta, nel punto in cui, la retta che congiunge l'incontro delle due tangenti col punto medio della corda, o apertura della vôlta, incontra la curva dell'arcone

La Figura 123ª ne offre idea più chiara dell'armatura di *Pitot*

La centinatura di *Perronet* è costituita da una serie di poligoni dei quali, il primo è inscritto in una curva parallela alla direttrice dell'intradosso, il secondo nel primo, il terzo nel secondo e così di seguito come mostra la Fig 124ª Questi poligoni sono collegati fra loro nei vertice e nel mezzo dei lati, con razze o staffe normali alla curva d'intradosso, e corrispondenti a punti equidistanti sopra di essa. Gli estremi poi

di tutti i poligoni sono connessi a dente e mortisa, in una piattaforma opportunamente sostenuta, e la quale sostiene a sua volta tutta intera la centinatura.

Il manto poi di questa armatura è formato da travi o correnti che appoggiano direttamente sui lati del primo poligono, alquanto conformati nella loro superficie superiore alla curva d'estradosso della vôlta

La Fig 125ª ne fa meglio conoscere la composizione di questa sorta d'armature

668 Fra i due sistemi ora studiati, è a preferirsi sempre quello di *Pitot*, quando la lunghezza del legname di cui si può disporre, è tale da poter bastare alla lunghezza necessaria della catena, e dei saettoni che la sorreggono, essendo questo il sistema che maggiormente rimane saldo ed equilibrato in tutte le fasi della costruttura della vôlta. Il sistema di *Perronet* è ad usarsi invece quando il legname abbia limitata la dimensione di lunghezza, accusandosi esso dai costruttori di poca stabilità, particolarmente nella forma, quando nella costruttura della vôlta questa venga a gravarlo.

669. Disposizione delle armature per le vôlte di pesante struttura — Le armature si dispongono colle centinature verticali, e trasversalmente alla lunghezza dello spazio a coprirsi, e alla distanza fra loro di m 1,70 a m. 2,30, non mancando di metterne una a ciascun capo della vôlta Sulle centinature poi si costruisce il manto, come notai nella descrizione dei due principali sistemi delle armature

Le centinature, come già dissi, riposano sopra una piattaforma, che appoggia stabilmente e costantemente sopra ritti o candele verticali, o sopra cornici o sporgenze, resistenti però, degli stessi piedritti.

A seconda del sistema con cui sono costruite le centinature, e a seconda delle modificazioni che può subire il sistema medesimo, e che rimangono sempre nell'arbitrio del costruttore e sotto la dipendenza della ampiezza o corda della vôlta, soglionsi le armature classificare

1) in *armature a sbalzo*, se la costruzione delle loro centinature è tale da permettere che esse siano solamente sostenute nelle imposte;

2) in *armature fisse*, se la costruzione delle centinature, e l'ampiezza della vôlta, obbligano a sostenere l'armatura non solo nelle imposte, ma ancora in varii punti dell'ampiezza stessa, o con pilastri in muratura, oppure a mezzo di ritti o candele verticali;

3) in *armature miste*, se la costruzione della centinatura è tale che possa essere sostenuta solamente all'imposta, colla possibilità d'avere qualche sostegno anche in qualche punto dell'ampiezza della vôlta, in alcune fasi della costruttura di essa;

4) in *armature scorrevoli*, se costruite a modo che possano avanzare

a misura che la costruttura della vòlta progredisce, servendo di sostegno a una nuova parte della vòlta stessa;

5) finalmente in *armature sospese*, se costruite a modo, da poter esser sostenute sospese sullo spazio a coprirsi. Esse sono utilissime nella costruttura delle vòlte per alti ponti e viadotti (1).

670 Armatura per piattabande. — L'armatura per le piattabande, atteso l'intradosso piano che distingue queste vòlte, è costrutta differentemente dalle armature finora vedute. Esse sono formate da due travi a correnti di legno ben resistente, disposti allo stesso livello e parallelamente all'apertura della piattabanda, e sostenuti alle loro estremità, o sugli stessi piedritti, oppure sopra ritti o candele verticali posti contro le faccie degli stessi piedritti. Trasversalmente poi a questi correnti, e parallelamente alla larghezza dell'intradosso della piattabanda medesima, si forma un tavolato con tavole lunghe egualmente alla sovradetta larghezza, e poste a semplice contatto l'una con l'altra, e su di esso si costruisce il manto, o con cannici, o con terra stemperata nell'acqua, quando non si tenga per buono lo stesso tavolato.

671 Altre specie d'armatura. — Oltre le armature fin ora studiate, sonovi ancora le armature in ghisa, in terra, o in mattoni.

Le armature in ghisa si costruiscono per le vòlte di pesante struttura, e sono composte da più pezzi congiunti fra loro per modo da presentare, con la forma dell'intradosso della vòlta, la maggior stabilità.

Le armature in terra usitatissime ordinariamente nella costruttura delle vòlte pei sotterranei, si costruiscono, o conformando alla curva d'intradosso la terra che è fra mezzo ai muri d'ambito, oppure formando a strati ben compressi un solido di terra, conformato pur esso nella superficie superiore alla curva d'intradosso; terra, che nell'uno e nell'altro caso si estrae dopo compiuta e consolidata la vòlta.

Le armature infine di mattoni si costruiscono sopra cavalletti di legname, disponendo i mattoni in uno o più anelli concentrici secondo la curva dell'intradosso. Esse sogliono farsi d'ordinario per economia di legname, e si scompongono tosto compiuta e consolidata la vòlta.

672 Disarmo delle vòlte. — Consiste il disarmo nel toghere dal posto l'armatura che sostenne la vòlta nella sua costruttura, e lasciare la vòlta, infissa ed appoggiantesi sui soli piedritti, a sostenersi per lo scambievole contrasto delle sue parti.

673 Epoca del disarmo. — Le vòlte in pietra da taglio, quando il loro apparecchio sia stato tale da escluder l'uso delle malte, possono

---

(1) Veggasi in proposito l'opera del prof. Cav. Curioni, *L'arte di fabbricare* al volume *Lavori generali d'Architettura*.

disarmarsi subito dopo posta la chiave senza pericolo di sorta. Ove invece siasi fatto uso della malta, debbesi più o meno ritardarne il disarmo, affine di permettere che la malta si assodi prima che si tolga l'armatura.

Se la malta è stata usata in poca quantità, lo che avviene nelle vòlte in pietra da taglio, quando non è stato molto accurato l'apparecchio, l'epoca che la buona pratica consiglia per addivenire al disarmo, è di 15 giorni dopo il collocamento della chiave

Essa poi si protrae dai due ai tre mesi dopo il collocamento della chiave, se la vòlta è stata costruita in pietrame o in mattoni, a seconda che la stagione è più o meno propizia all'assodamento della malta Le vòlte cementizie richiedono anch'esse l'egual tempo prima del loro disarmo

Nel disarmo d'una vòlta si verificano alcuni fenomeni che potrebbero compromettere la stabilità della vòlta, o deformarne il divisato sesto, ove il costruttore non curasse di prevenirli ed ovviarli

Anzitutto, e qualunque sia il materiale con cui si costruisce una vòlta, essa prova una depressione, causa il maggior assettamento a cui trovansi obbligati i cunei o le pietre componenti la vòlta, quando le si toglie l'armatura, e la contrazione che succede nelle malta fortemente compressa dallo sforzo che tutte le pietre fanno per discendere e assettarsi meglio.

Si ovvia a questa depressione rialzando il sesto dell'armatura di tanto quanto si potrà supporre che la vòlta si deprima nel suo disarmo, e che generalmente si può ritenere dai m 0·30 ai m. 0,15

Un secondo fenomeno, e il quale avviene in causa della sovraccennata depressione è questo, che le commessure delle pietre cuneiformi poste nei fianchi, in un certo punto intermedio fra l'imposta e la chiave della vòlta, e che apprenderemo meglio a conoscere e determinare nel Libro VII, tendano ad allargarsi sull'estradosso ed a ristringersi sull'intradosso, mentre le commessure di quei cunei che sono prossimi alla chiave s' allargano all'intradosso e si ristringono all'estradosso Questo fenomeno, che pure deforma la vòlta e ne compromette la sua stabilità, si schiva, avvertendo nella costruttura di essa, di lasciare più larghe all'intradosso che all'estradosso, le commessure di quei cunei posti nel tratto intermedio alle imposte e alla chiave, lasciando invece più larghe all'estradosso che all'intradosso, le commessure di quei cunei posti in vicinanza alla chiave.

Codeste ineguaglianze nella larghezza delle commessure, si correggono nella stessa depressione della vòlta, la quale se non perfettamente, rende però discretamente uniforme la larghezza delle commessure in tutto il sesto della vòlta stessa

Perchè poi le pietre rimangano meglio collegate fra loro anche in quelle commessure che si sono allargate per il calo progressivo della

vòlta al toglierw dell' armatura, è d' uopo versare della malta alquanto liquida in quelle commessure che si riconoscono allargate, prima che si incominci il disarmo delle vòlta

674. Mezzi e procedimenti per effettuare il disarmo — L'effettuazione del disarmo è un'operazione che richiede grandissime precauzioni, affinchè le depressione e il calo che si verifica nella vòlta, mano mano che le si toglie l'armatura, non si produca con tale velocità da occasionare delle disgiunzioni nella vòlta, che spesso potrebbero compromettere la sua stabilità.

Quando l'armatura non è stata provveduta di quei mezzi od apparecchi, che in appresso farò conoscere, per facilitare il disarmo, si procede al medesimo, levando i dossali uno per parte a partire dalle imposte, e progredendo così egualmente fino alla chiave. Siccome però la facilità che si riscontra nel levare i primi dossali, causa che su di essi la vòlta non gravita punto, non si verifica egualmente procedendo inverso la chiave, così si consigliò d'interporre ai dossali medesimi e alla centinatura, dei cuscinetti, che si estraggono per il disarmo della vòlta, distruggendoli a mezzo di scalpello, e favorendo così l'estrazione dei dossali. Giunti però in vicinanza alla chiave, la distruzione dei cuscinetti non basta a permettere l'estrazione dei dossali, causa che su di questi, per l'assettamento che tendono a pigliare i cunei della vòlta in prossimità della chiave, si appoggiano siffattamente i cunei medesimi, che li gravano a modo da impedirne la loro estrazione. Si evita codesta difficoltà inserendo fra la centinatura e i cunei in parola, degli shadacchi che sorreggendo i cunei stessi, impediscono a questi di aggravare i dossali quando si rimovono i cuscinetti. Levati quindi gli ultimi dossali, le vòlta non rimane appoggiata che agli shadacchi, i quali si levano dal posto, indebolendoli nell' estremità già prima assottigliata, fino a che la vòlta perfettamente assettata, lasci di premerli.

Più spesso però le vòlte si disarmano con particolari mezzi od apparecchi posti sotto la piattaforma che sostiene l'armatura, e i quali rendendo più regolare il disarmo stesso, ne lasciano più sicuri dell'esito di esso, e della stabilità delle vòlta.

Fra i tanti apparecchi che si conoscono, io mi limito a segnalare quello a *cunei*, e quello del *Dupuit*.

Consiste il primo, in due cunei di legno duro, posti colle faccie inclinate a contatto l'uno sull'altro, e in mezzo a due travi orizzontali fissate sotto la piattaforma, in direzione parallela all'asse della vòlta. L'inclinazione all' orizzonte di ciascuna faccia del cuneo non è grande, appositamente per poter ottenere l'abbassamento dell' armature il più lentamente che sia possibile

Per ottenere poi il disarmo a mezzo di questi cunei, occorrono tanti operai quante sono le coppie di cunei che si sono impiegate, più un capo squadra, il quale regola con la voce o con altro mezzo, la percussione che ciascun operaio fa con un martello sulla testa meno alta del cuneo inferiore, affine di farlo scorrere lentamente sulla sua base, abbassare l'armatura, e produrre così il disarmo della vôlta.

La figura 126ª ne offre l'elevazione di una coppia di questi cunei.

Dupuit, ispettore generale dei ponti e strade in Francia, immaginò di adoperare dei cilindri in ferro riempiti di sabbia, e perforati al basso della loro superficie convessa, per far uscire la sabbia dai fori praticativi, nell'operazione del disarmo.

Riempiti di sabbia fino alla metà di loro altezza, si fa entrare in essi, facendoli poggiare sulla sabbia, dei cilindri di legno sui quali si stabilisce la piattaforma dell'armatura che si abbassa nel disarmo della vôlta, facendo aprire i fori da tanti operai quanti sono i cilindri, e i quali operai agiscono di concerto, e in seguito agli ordini di un capo squadra, a cui è affidata la direzione del disarmo, curando gli operai medesimi che la sabbia esca lentamente, perchè regolare ed uniforme sia l'abbassamento dell'armatura.

La figura 127ª ne mostra uno di questi cilindri.

Spesso ai cilindri in ferro si sostituiscono dei sacchi di grossa tela riempiti anch'essi di sabbia, e i quali nel vuotarsi fanno abbassare l'armatura, operando così il disarmo della vôlta.

Non credo però sia questo un processo che assicuri, come i cilindri in ferro, dell'esito del disarmo.

Capitolo VI

Scale

675. Considerazioni generali. — Le scale sono opere d'arte costrutte per mettere in comunicazione i differenti piani d'un edifizio, e in generale gli ambienti che sono a differente livello. Pur essa quindi, come qualunque altra opera d'arte, debbono soddisfare ai tre requisiti di comodità, solidità, e bellezza.

La comodità d'una scala, dipende da parecchie condizioni, quali, la situazione per riguardo al facile accesso, la luce che la rischiara, e che può venirle dai muri di fronte, o dall'alto a mezzo d'un lucernario, infine le dimensioni delle parti che la compongono.

La solidità, è in ragione della qualità del materiale adoperato, e della buona costruttura della scala.

La bellezza, infine è in dipendenza della forma della *gabbia* in cui la scale è compresa, della corrispondenza che si verifica fra le dimensioni di essa e degli appartamenti che mette in comunicazione, e finalmente degli ornamenti che possono arricchirla.

676. Dimensioni delle scale — Le dimensioni delle scale riguardano quelle della *gabbia* in cui sono comprese, quelle delle *branche* o *rampe* in cui può dividersi, e finalmente quelle dei *gradini* di cui si compongono

Dicesi *gabbia* della scala, quel vano parallelepipedo a sezione quadrata o rettangolare, oppure cilindrico a sezione circolare od ellittica, in cui debbono essere fissate.

Fra le tante forme che la gabbia d'una scala può presentare, nessuna meglio della rettangolare o quadrata, soddisfa al requisito di comodità, e se vogliamo anche di maggior sicurezza, di chi ascende o discende per la scala, offrendo essa sola la possibilità di aver sempre branche in direzione rettilinea, con gradini paralelli e a pedata sempre rettangolare. Con le gabbie circolari od ellittiche, oltre che le branche non possono farsi rette senza perdita di area assegnata alla gabbia, i gradini non riescono colle loro faccie anteriori paralelle, nè con la pedata di eguale larghezza, verificandosi questa meno larga contro la parte convessa della gabbia della scala, e più larga contro la parte concava della stessa gabbia.

Le dimensioni poi della sezione della gabbia, dipendono dalle altezze dei differenti piani che la scala mette in comunicazione, dalla larghezza, che la destinazione ultima dell'edifizio per cui la scala si costruisce, prescrive si dia alle differenti branche della scala medesima, e ai ripiani o pianerottoli di essa, e infine dalla condizione di aver luce sufficiente avuto riguardo al luogo da cui essa proviene.

Le *branche* o *rampe* delle scale, variano in larghezza dai m. 0,70 ai m 3 e 4. La prima larghezza si dà alle branche di scale che nelle abitazioni comuni mettono in comunicazione luoghi di servizio, o danno accesso nell'interno della stesse abitazioni ai differenti piani La larghezza dai 3 ai 4 metri conviene alle branche di scale di quegli edifizi pubblici in cui è notevole l'affluenza delle persone Una larghezza media poi o dai m 1 o m. 1,20 ai m 1,80 o m 2, si dà alle branche di scala per le ordinarie o comuni abitazioni.

La lunghezza delle *branche* è bene sia limitata fra i 12 e 20 gradini Un maggior numero di gradini fatica troppo tanto il salire che lo scendere, un minor numero, oltre che riesce a noja può riuscire anche pericoloso, perchè inaspettato il ripiano o pianerottolo che divide le differenti branche.

L'altezza verticale d'una *branca*, ossia la distanza verticale fra due

pianerottoli a ripiani, varia secondo che questi si succedono senza cadere l'uno sopra l'altro, oppure s'incontrano verticalmente l'uno sull'altro. Nel primo caso, non è bene sia l'altezza maggiore dei m. 3 per non dover costruire un numero di gradini superiore al 20, con altezza maggiore alla media altezza dei gradini, che noterò in avanti, nel secondo, non devesi diminuirla di oltre i m. 2,20, esclusa la grossezza del ripiano, per non impedire il libero passaggio alle persone

Le branche poi debbono terminare in un ripiano in tutti quei siti in cui danno accesso agli appartamenti.

Le dimensioni dei ripiani variano colle dimensioni della scala. In generale però il ripiano suolsi per lo meno fare quadrato, con lunghezza quindi eguale alla larghezza della scala

Le dimensioni infine dei *gradini* sono in relazione col passo ordinario dell'uomo che cammina in un piano orizzontale. Si può ritenere in media che un uomo che cammina in un piano orizzontale percorre per ogni passo una lunghezza di m. 0,64, mentre percorre una distanza sempre minore e fino alla metà, ossia a m. 0,32 se la via s'inclina all'orizzonte, e se riesce verticale, causa il doppio sforzo che egli è obbligato a fare

Ora constando ogni gradino di due parti, l'*alzata* cioè, e la *pedata*, quella rappresentante la distanza verticale che è fra l'uno e l'altro gradino successivo, questa, la faccia superiore del gradino, ordinariamente orizzontale, e sulla quale riposa il piede di chi scende o sale la scala, ragion vuole che fra l'alzata e la pedata si abbia tale una distanza, da equivalere a quella percorsa per ogni passo in una via orizzontale, siccome è in via siffatta, che il passo stesso costa il più piccolo sforzo. E poichè ogni distanza percorsa verticalmente, equivale a una doppia distanza orizzontale, così è chiaro che, dicendo a l'altezza del gradino, e p la pedata, si deve verificar sempre la relazione

$$2a + p = \text{m}\ 0{,}64$$

Non ogni alzata però, nè ogni pedata conviene nella costruzione d'un gradino, e anzi, siccome al diminuirsi od accrescersi di quella aumenta o diminuisce questa, così è necessario fissare i limiti dell'una e dell'altra, se vuolsi che la comodità del gradino concorra alla comodità della scala

Un'alzata troppo grande, oltre che riescirebbe incomoda a montarsi, lascierebbe una pedata talmente piccola da non capirvi il piede dell'uomo, per cui questi proverebbe il massimo disagio, particolarmente nello scendere. Un'alzata troppo piccola offrirebbe una pedata estremamente grande, e un incomodo notevole nel salire.

L'esperienza sola potea illuminarci in proposito, e da essa si ebbero i seguenti limiti fra l'alzata e la pedata per maggior comodo, e per incomodo minore,

maggior comodo	minor incomodo
pedata m. 0,38	pedata m. 0,26
alzata m. 0,13	alzata m. 0,19

A trovare ora le alzate e le pedate intermedie a questi limiti, si può procedere in due maniere.

1° o valendosi della relazione $2a + p = m\ 0{,}64$, e per la quale, stabilito il valore dell'alzata, o pedata che vuolsi fissare, basta sostituirlo a posto suo nella detta formola, per avere il valore della pedata o alzata ricercata;

2° oppure, sull'osservazione che il prodotto dei limiti di maggior comodo, è uguale al prodotto di quelli di minor incomodo, per cui i limiti stessi si possono considerare siccome lati di rettangoli equivalenti, basta dividere uno dei prodotti dei limiti medesimi, per l'alzata o la pedata che si è precedentemente stabilita, per avere nel quoziente la pedata o l'alzata ricercata.

677. Esempi d'applicazione. — 1°) Supposto che vogliasi costruire una scala con gradini che abbiano l'alzata di m. 0,16, si troverà la pedata, sostituendo il valore di a nella suenunciata formola, e perciò

$$2 \times 0^m{,}16 + x = 0^m{,}64 \text{ da cui}$$

$$x = 0{,}32$$

oppure, si troverebbe lo stesso valore della pedata, dividendo il prodotto dell'alzata e pedata, limitati al maggior comodo, per l'alzata che si stabilì di dare al gradino; quindi

$$x \text{ pedata} = \frac{0^m{,}38 \times 0^m{,}13}{0^m{,}16} = 0^m{,}32.$$

Lo studio maggiore da farsi però negli esempi d'applicazione per riguardo alle dimensioni delle scale, è quello, *di determinare le dimensioni che si dovranno dare alle scale comprese in gabbie di sezione rettangolare, con uno o più ripiani, o con una o più branche, disposte*

a) in seguito le une delle altre,

b) parallele fra loro,

c) alcune normali, altre parallele

2°) *Determinare il numero dei gradini d'una scala a costruirsi in una gabbia di sezione rettangolare* A B C D, Fig. 128ª, *con branca rettilinea interrotta o no da ripiani.*

Soluzione. — È questo un esempio comunissimo nelle abitazioni civili, massime quando vogliasi limitare la larghezza della gabbia, sebbene

non sia questa la migliore disposizione d'una scala, ed occorra una lunghezza considerevole più o meno, in ragione dell'altezza dei differenti piani cui si vuol giungere, e del numero dei gradini e dei ripiani che si vogliono costruire.

Ora l'esempio stesso può occorrere, 1°) per una casa dal solo piano terreno, e un piano superiore, 2°) per una casa di due o più piani superiori, con lunghezza di gabbia però tale in entrambi i casi, da permetterne la disposizione della scala notata nel problema.

Per determinare le dimensioni della scala nel primo caso, basta dividere l'altezza, ossia distanza verticale che corre fra il piano di partenza e il piano d'arrivo, per il valore fissato dell'alzata con cui si vogliono costruire i gradini. Il quoziente, come bene intendesi determinerà il numero dei gradini che occorrono alla richiesta scala. Dunque $N = \frac{D}{a}$.

Determinato però il numero dei gradini, occorre osservare se esso sia inferiore o superiore al numero di 20. Nel primo caso la scala può avere una sola branca, nel secondo è duopo dividerla in due o più branche con pianerottoli o ripiani, secondo la lunghezza A H G D di cui puossi disporre.

La lunghezza che occorre nel primo caso è eguale alla somma delle larghezze di tutte le pedate dei gradini, meno una, causa che la pedata dell'ultimo gradino d'una branca fa parte del ripiano che segue la stessa branca, più la lunghezza del ripiano e pianerottolo che precede e segue l'unica branca o rampa di scala. Quella invece del secondo caso è eguale alla somma delle larghezze delle pedate dei gradini, meno tante quante sono le branche, più la somma delle larghezze dei ripiani che stanno fra le branche, e quelle del ripiano che precede la prima, e del ripiano che segue l'ultima branca.

Nel secondo caso del problema, e quando cioè la scala dovesse servire per una casa a più piani, la determinazione del numero dei gradini per la scala di ciascun piano, si ottiene sempre dividendo l'altezza d'ogni piano in cui si costruisce la scala, per il valore fissato dell'alzata, e considerando quindi la scala di ciascun piano, come se fosse un novello esempio del primo caso studiato.

Come vedesi però la disposizione simile d'una scala per una casa di più piani superiori, non è che raramente possibile attesa l'eccessiva lunghezza che occorrerebbe per comprendere la somma delle larghezze di tutte le pedate, e delle lunghezze di tutti i ripiani.

Il problema sarebbe più difficile a risolversi, ove la lunghezza della gabbia, ossia la distanza fra i punti D e G; oppure D ed A, non fosse

tale da equivalere alla somma di tutte le pedate, meno tante meno una, quanti ripiani si volessero formare, più la lunghezza di tutti gli stessi ripiani. — In simil caso però la scala non potrebbe essere costruita con le branche succedentesi l'una alle altre nella stessa direzione, e converrebbe studiare un'altra disposizione.

3°) *Si chiedona, il numero dei gradini per branca che dovrà avere una scala compresa in una gabbia a sezione rettangolare A B C D, fig 129ª, per superare una data altezza a distanza verticale fra il piano di partenza e il piano d'arrivo, e le dimensioni di larghezza e lunghezza della gabbia, conoscendo la larghezza della branca e quella di ciascuno dei due ripiani eguali A E G D, F B C H, che vogliono farsi.*

Soluzione — Dette

D, la distanza verticale a cui si vuol giungere con le due branche G H, E F,

a, l'alzata dei gradini,

p, la larghezza della loro pedata,

s, la larghezza delle branche e dei ripiani,

g, la grossezza del parapetto della scala,

x, la larghezza A D della gabbia,

y, la lunghezza D C,

N, il numero dei gradini,

si avrà la larghezza x espressa dalla relazione

$$x = 2s + 2g$$

ossia, da due volte la larghezza s d'ogni branca, più due volte la grossezza g del parapetto in ferro, in legno o muratura, che si pone in ogni parte libera della branca per sicurezza di chi scenda o sale la scala.

Il numero N poi sarà sempre espresso dalla relazione

$$N = \frac{D}{a}$$

Poichè però le branche sono due, il numero totale P delle pedate sarà espresso da

$$P = N - 2,$$

e siccome ciascuna branca deve avere l'egual numero di gradini, così il numero P' delle pedate per ciascuna branca sarà dato da

$$P' = \frac{N - 2}{2}.$$

La lunghezza quindi G H, o E F d'ogni branca sarà data da

$$\left(\frac{N - 2}{2}\right) p$$

e la lunghezza y della dimensione D C della gabbia sarà espressa da

$$y = \left(\frac{N-2}{2}\right) p + 2s$$

ossia, dalla lunghezza d'ogni branca, più da due volte la larghezza D G, o H C dei ripiani.

4° *Determinare la dimensione di lunghezza della gabbia d'una scala quale appare nella fig. 130ª, e il numero dei gradini per tre branche M H, H I, I N, quando vogliasi giungere ad una data altezza con le stesse tre branche, e un ripiano disposto secondo A D, conoscendo la larghezza A D della gabbia.*

Soluzione. — Ritenuti i medesimi dati del problema precedente, e dette

z, la lunghezza I H della branca di mezzo,
v, la lunghezza delle due branche M H N I, eguali fra loro,
l, la larghezza A D della gabbia,

si avrà subito,

$$N = \frac{D}{a},\ P = N - 3$$

Si osservi ora che I H, ossia z, è la differenza fra la larghezza A D della gabbia, e la larghezza delle due branche eguali M H, N I. Il suo valore sarà dunque espresso dalla relazione

$$z = l - 2s$$

e il numero P' delle pedate in essa lunghezza contenute, sarà dato da

$$P' = \frac{z}{p} = \frac{l-2s}{p}$$

Nelle altre due branche eguali M H, N I staranno invece tante pedate, quante ne segna la differenza fra le totali pedate P, e le pedate P' comprese nella branca H I. E poichè per ognuna delle eguali branche M H, N I debbe aversi lo stesso numero di pedate, così ciascuna ne avrà la metà della detta differenza, ossia

$$\frac{P-P'}{2} = \frac{P - \dfrac{l-2s}{p}}{2},$$

e ciascuna sarà eguale in lunghezza a

$$M\,H = v = \left(\frac{P-P'}{2}\right) p = \left(\frac{P\,p - l + 2s}{2\,p}\right) p$$

Finalmente la lunghezza y della gabbia, come vedesi, è eguale alla lunghezza della branca M H, più due volte la larghezza del ripiano eguale alla larghezza della scala. Dunque

$$DG = y = v + 2s = \left(\frac{Pp - l + 2s}{2p}\right)p + 2s$$

Osservazione. — Quando dalla divisione per 2 del numero delle pedate che debbono avere due branche eguali, risulti al quoziente un numero impari, devesi renderlo pari, o aggiungendovi, o sottraendovi l'unità.

I problemi sulla determinazione delle dimensioni d'una scala non riescono sempre così facili, quali io li ho presentati, occorrendo più spesso di avere limitate le dimensioni della sezione della gabbia nella quale debbesi stabilire una scala, i cui gradini devono pur presentare l'alzata e la pedata nei limiti del maggior comodo. È perciò che la collocazione della scala, e la determinazione delle sue dimensioni, è fra le opere più difficili nelle costruzioni civili.

678. Costruttura delle scale. — Le scale si costruiscono, o incastrando i gradini nel muro per le due estremità, o incastrandoli per un solo estremo, poggiando l'altro sopra un sub sostegno in muratura o legname, o incastrando i gradini nel muro solo per un estremo, o finalmente murando i gradini sopra una vôlta.

Le scale, i cui gradini sono incastrati per gli estremi nei muri che esistano lateralmente alle branche della scala, chiudendola per tutta l'altezza diconsi *chiuse*, tutte le altre invece diconsi *a giorno*, distinguendosi ancora fra queste, coll'appellativo di scale a sbalzo, quelle scale, i cui gradini sono incastrati solo per un estremo, ed lasciano l'altro libero.

I gradini sono d'un sol pezzo se la scala non è molto larga, di più pezzi, in caso contrario. Essi poi, o sono intaramente di pietra, cioè a dire hanno l'alzata e la pedata formata nello stesso blocco, oppure hanno l'alzata in mattoni e la pedata in pietra, come comunemente usasi di fare nelle scale per le abitazioni civili, se pure l'economia nella spesa non obblighi a costruire la pedata anche in mattoni, o nelle branche dei piani superiori al primo, o in tutte le branche, particolarmente se trattasi di case per modeste abitazioni.

679. La costruttura delle scale *chiuse*, quando i gradini sono interamente di pietra, e la larghezza della scala non è tale da farne dubitare della resistenza degli stessi gradini ai carichi a cui possono trovarsi sottoposti, si eseguisce incastrando i gradini nel muro, sia mano mano che si elevano i muri dai quali dev'esser chiusa la scala, sia lasciando nei muri stessi, tanti vuoti in corrispondenza agli estremi dei gradini da incastrare, murandoli con lo stesso materiale di cui è formato il muro.

Quando poi la larghezza della scala ne fa dubitare della resistenza della pietra usata pei gradini, conviene interporre, ai muri perimetrali della scala, un altro muro per sostenere nel mezzo ciascun gradino. Questo metodo però non è da praticarsi che per piccole altezze causa la considerevole spesa a cui obbliga, e l'inconveniente di opporsi a che si tragga partito dello spazio che rimane sotto la scala sia per disporvi un'altra branca, sia per qualsiasi altro uso.

Sempre che quindi debbansi avere delle branche di scale l'una sopra l'altra, o debbasi costruire un muro intermedio ai perimetrali per sostegno ai gradini, è miglior consiglio di costruire delle vòlte rampanti impostate sui due muri fra cui si trova la branca della scala, e colle generatrici della superficie d'intradosso parallele all'inclinazione della stessa branca.

La costruttura delle scale *chiuse*, coi gradini a pedata di pietra e con l'alzata in muratura, non differisce da quella a gradini interi se non nella costruzione in muratura di tanti prismi triangolari nel senso della inclinazione della branca, e sui quali si posano, collegandole con malta, le lastre che servono di pedata al gradino.

680. La costruttura delle scale a *giorno*, si eseguisce sia incastrando i gradini nel muro per un estremo, e poggiandoli per l'altro estremo su d'una trave, che, per la prima branca si fissa in terra per un estremo e s'appoggia all'armatura del primo ripiano per l'altro estremo, inclinandola però secondo l'andamento della branca di scala che deve sostenere, mentre per le successive branche si fissa cogli estremi alle armature che si fanno per sostenere i ripiani o pianerottoli delle stesse scale, sia costruendo i gradini sopra una vòlta rampante come già ho avvertito precedentemente, nel qual caso gli stessi ripiani riposano sopra una vòlta.

681. Le scale a shalzo infine si costruiscono con larghezza limitata a m. 1,50 o al più a m. 2, acciocchè la parte del gradino che sporge dal muro, non abbia ad essere cimentata dal pericolo d'una rottura pei carichi che può sopportare, e che si rende sempre più possibile quanto più grande è la distanza dal punto d'incastro al mezzo del gradino stesso, su cui si calcola venga di continuo a cadere il carico di cui si grava. Perchè poi sia più sicura la stabilità d'ogni gradino, consiglia la pratica di tenere la parte incastrata quanto più prossima al 1/3 della totale lunghezza del gradino. Ogni gradino poi, riposa per tutta la sua lunghezza sopra una piccola superficie orizzontale del gradino che gli sta sotto, e sopra un giunto piano diretto perpendicolarmente alla superficie rampante che costituisce il disotto della branca della scala, come mostra la fig. 131ª.

Sempre quando in queste scale a *sbalzo* la larghezza della scala ne lascia dubbio sulla resistenza dei gradini, le scale stesse si consolidano

a mezzo di spranghe di ferro poste a convenienti distanze di sotto ai gradini, e nella direzione della loro lunghezza, e incastrate nel muro per un estremo, mentre per l'altro sopportano un'altra spranga pure di ferro che corre nel senso dell'inclinazione della scala

I ripiani o pianerottoli poi di queste scale a *sbalzo*, o si fanno a mezzo di grandi lastre di pietra incastrate alle estremità, o sopportate da modiglioni, secondo che debbano superare piccole o grandi portate, oppure si costruiscono a vôlto

Tanto in queste scale, che in tutte quelle altre nelle quali la superficie sottostante alle diverse branche non è continua, suolsi render tale, o a mezzo d'una stuojata o incannucciata posta stabilmente sotto ai gradini, e arricciato come le superficie dei soffitti, oppure a mezzo d'una muratura costruita con malta e con materiale leggerissimo, come carbone, pietra pomice, coke, o infine, e questo si fa nelle scale a *sbalzo*, tagliando le superficie dei gradini sottostanti alla branca della scala, seguendo una superficie piana parallela all'inclinazione della stessa branca

Tutte le branche delle scale a *giorno* e a *sbalzo*, si armano nella parte libera con parapetti in legname, in ferro, o in muratura secondo la differente costruttura e solidità delle scale, e sempre a maggior sicurezza di chi sale e scende per le medesime.

682 Distinzione delle scale per riguardo al materiale di cui sono formate. — Le scale in riguardo al materiale con cui sono costruite si distinguono in scale di *muratura*, di *legname*, di *ghisa*

Le scale di muratura sono quelle che hanno i gradini e le branche su cui essi riposano, in muratura di pietre naturali o laterizie

Esse si fanno comunemente in tutte le costruzioni civili, e massimamente se debbono rimanere allo scoperto

Le scale di legno, sono più usate nell'interno degli edifizii, e particolarmente per privato servizio Esse soglionsi comunemente costruire ponendo due o più tavoloni bastantemente grossi, inclinati secondo il pendio della scala, e tagliati a riseghe per posarvi e inchiodarvi le tavole che devono costituire la pedata e l'alzata dei gradini

I tavoloni sono poi tenuti stabilmente nella distanza prefissa, a mezzo di traverse di legno o di ferro, disposte sotto i gradini nel senso della larghezza della scala, e sono sorretti da candele verticali negli angoli formati dal cangiamento di direzione delle branche

Le scale di ghisa, e le quali datano dal 1827 (1), sono in moltissimi edifizii preferite alle scale di muratura per la loro leggerezza, o alle scale di legno per essere se non incombustibili, indistruttibili al fuoco, non mancando di presentare una solidità e una durata notevolissime

(1) *Supplément à l'Art de Bâtir de Rondelet* par G. Abel Blouet

Se v'ha difetto di cui possano addebitarsi le scale di ghisa, egli è dovuto alla possibilità di cedere ad un urto repentino, o ad un carico considerevole, attesa la natura stessa della ghisa. Perciò sono esse limitate per quei soli edifizi, nei quali non sono esposte nè ad urti nè a carichi tanto notevoli.

I gradini per le scale di ghisa hanno in un sol pezzo la pedata e l'alzata, e si congiungono l'uno all'altro mediante chiavarde in ferro. Siccome poi sono più d'ordinario impiegati nelle scale a sbalzo, così essi si dispongono a modo da potersi congiungere in una faccia, più o meno stretta, inclinata perpendicolarmente al pendìo della branca di scala che essi formano, e nella quale faccia sono legate a mezzo delle sovradette chiavarde. Sono poi anche sostenuti da sbarre di ferro, solidamente incastrate, e disposte secondo la larghezza della scala.

Capitolo VII

Tetto

683. Considerazioni generali. — Dicesi tetto, quell'opera d'arte destinata a cuoprire un edifizio, e a difenderne dalla pioggia e da ogni altra intemperie i muri e gli interni ambienti.

Indipendentemente però da quest'ufficio, il tetto vale anche a meglio collegare i muri dell'edifizio, e ad impedire che un qualsiasi movimento valga a spostarli dalla primitiva loro posizione verticale. Moltissimi muri di parecchi edifizi, sarebbero da lunga pezza crollati, ove si fossero demoliti i tetti che li ricoprono e li collegano.

684. In ogni tetto distinguonsi sempre due parti, la prima resistente e atta a sostenere la seconda parte, che è a vero dire la parte completiva del tetto.

Quella è d'ordinario costruita in legname o ferro, e meno spesso in muratura a mezzo d'una vôlta, e dicesi *travatura*, *cavalletto*, *incavallatura* o *centina*; questa è costruita in laterizi, o lastre d'ardesia o di metallo, sopra un'orditura di legname, la quale riposa saldamente sull'incavallatura, e dicesi *coperto*.

685. Ogni tetto poi presenta una o più faccie, sempre più o meno inclinate, e di figura rettangolare, trapezia, o triangolare, secondo la figura della base su cui s'innalza, e alle quali si dà il nome di *falde*.

Il tetto basato sopra un rettangolo, ha una sola falda, allorchè uno dei muri è più alto dell'altro, come mostra la figura 132ª, ne ha invece due, quando i muri più lunghi sono di eguale altezza, e gli altri hanno

una protrazione triangolare, i cui vertici trovansi in una stessa linea orizzontale, intersezione delle due falde, e la cui projezione sul piano di base del tetto, divide per metà la stessa base.

I muri più lunghi, diconsi muri di *gronda*, siccome scola sulla loro sommità l'acqua che cade sul tetto; gli altri due muri diconsi di *frontespizio*, e dicesi *comignolo* del tetto, l'intersezione delle due falde, ossia la retta che unisce i vertici delle sovradette protrazioni triangolari, conosciute anche sotto il nome di *timpani*.

Il medesimo tetto ha poi tre o quattro *falde*, allorchè uno dei timpani o tutti e due, è costituiti d'un'orditura di legname su cui riposa il coperto, anzichè di muratura, rimangono inclinati all'orizzonte, avendo tre, o tutti e quattro i muri che circondano l'area rettangolare ricoperta, elevati alla medesima altezza. In questi ultimi casi il tetto dicesi *a mezzo padiglione*, oppure *a padiglione*, con tre o quattro muri di gronda.

Quando il *comignolo* d'un tetto non esiste, e le *falde* del medesimo si riuniscono in un punto, il tetto dicesi *piramidale*, con cinque, sei o più falde, per quanti sono i muri di gronda, ossia i lati del poligono su cui s'innalza il tetto.

Tutti i tetti finora veduti, hanno le falde inclinate senza alcuna inflessione dalla linea del comignolo sino alla linea di gronda, come prescrivono, si faccia, i migliori maestri dell'arte, e come ne confermano i migliori antichi edifizi. L'architetto francese *Mansard* però, stimando di poter trar profitto dello spazio che rimane fra il piano di base del tetto e il comignolo del medesimo, per formarvi piccole ed economiche abitazioni, particolarmente nelle grandi città, e nelle quali manca più spesso e a buon prezzo, l'abitazione all'operaio, volle allontanarsi da queste prescrizioni, e costruì dei tetti con falde a doppia inclinazione come dimostra la figura 133ª, che tuttora si ricordano col nome di tetti alla *Mansard*.

686. Inclinazione dei tetti. — Siccome la costruttura dei tetti, ha dovuto avere per prima cagione la necessità di difendere gli edifizi dalle intemperie e dalle acque, così l'inclinazione che si dovette dare ai medesimi dovea esser tale da favorire quanto più prontamente lo scolo di queste. Ora contribuendo al volume delle acque le condizioni climatologiche del paese, ragion vuole si pensi, che l'inclinazione dei tetti dovette essere in sul primo dell'arte in corrispondenza col clima della località in cui il tetto veniva costrutto. I terrazzi, o tetti piani, adoperati in Egitto, regione per quanto si sa calda e secca, e i tetti acuminati dei paesi settentrionali d'Europa, confermano di fatti questa generale previsione dell'inclinazione dei tetti.

La qualità dei materiali però, adoperati nella costruzione del coperto,

e la proprietà più o meno notevole in essi d'assorbire l'umidità, ha modificato il limite d'inclinazione determinato dal clima, affine di non rendere illusorio il beneficio del tetto e della sua copertura

Egli è quindi in base a queste due principali massime, che il *Rondelet*, confortato anche da moltissime osservazioni fatte nelle principali capitali d'Europa, ha creduto di poter stabilire che l'inclinazione dei tetti in un dato paese, quando la copertura voglia farsi con tegole comuni, debba esser data dalla differenza che corre fra la latitudine dello stesso paese e la distanza costante dal tropico all'equatore, che è di 23° 28'. Lo stesso *Rondelet* poi consiglia di modificare questo risultato a seconda della qualità del materiale di cui vuol costruirsi il coperto, e aumentarlo di un sesto se il coperto si fa con *tegole maritate*, d'un terzo se si costruisce con *tegole piane*, e d'un quarto infine se con lastre d'ardesia.

Ecco ora in base alle norme date dal *Rondelet*, une tabella che offre l'inclinazione dei tetti per le principali città d'Italia.

NOMI	LATITUDINI	INCLINAZIONE DEI TETTI SE COPERTI			
DELLE CITTÀ	GEOGRAFICHE	di tegole comuni	di tegole maritate	di tegole piane	di lastre d'ardesia
Ancona	43° 37'	20° 09'	23° 30	26° 32'	25° 11'
Bari	43 31	20 03	23 23	26 44	25 03
Brescia	45 31	22 03	25 48	29 24	27 33
Bologna	44 29	21 01	24 31	28 01	26 13
Cagliari	39 20	15 52	18 30	21 09	19 50
Firenze	41 46	18 18	21 21	24 24	22 53
Genova	44 25	20 57	24 27	27 56	26 11
Milano	45 25	21 57	25 57	29 16	27 26
Messina	38 58	15 30	18 05	20 40	19 22
Modena	44 34	21 00	24 37	28 08	26 23
Napoli	40 50	17 22	20 16	23 09	21 42
Palermo	38 10	14 42	17 09	19 36	18 23
Piacenza	45 05	21 37	25 13	28 49	27 01
Roma	41 54	18 26	21 30	24 35	23 01
Torino	44 51	21 23	24 57	28 31	26 44
Venezia	45 25	21 57	25 37	29 16	27 26
Verona	45 26	21 58	25 37	29 17	27 27

Il *Curioni*, nella sua opera l'*Arte di fabbricare* al volume *Costruzioni civili, stradali e idrauliche*, riporta la seguente tavola sui limiti delle inclinazioni convenienti in Italia, che egli toglie da un lavoro del generale *Celestino Sacchero*, intitolato *Studj sulla stabilità delle armature in Italia*.

QUALITÀ DEL MATERIALE IMPIEGATO NELLA COPERTURA	LIMITI DELLA INCLINAZIONE
Tegole comuni	da 15° a 37°
Tegole piane	» 19 » 50
Tegole marsigliesi	» 17 » 42
Lastre di pietra di Bargo ed Ardesia	» 18 » 45
Rame laminato e zinco	» 18 » 25
Lastre piane e scanalate in ferro.	» 18 » 21
Lastre di piombo	» 18 » 21
Lastre di vetro	» 18 » 21

Nè queste sole sono le norme che si seguono nelle determinazione dell'inclinazione dei tetti, che altre se ne osservano e in Lombardia, nelle provincie Meridionali, e nel Piemonte

In Lombardia usasi un'inclinazione compresa fra il 1/4 e il 1/5 della larghezza del tetto, fino a che si adoperano le tegole curve come materiale di copertura.

Adoperando invece le tegole piane, o le ardesie, l'inclinazione si limita dal 1/2 al 1/3 della stessa sua larghezza.

Le provincie Meridionali usano di dare un'inclinazione eguale ai 2/10 della larghezza del tetto. In Piemonte invece, e nei tetti a due falde con copertura di tegole curve, si usa un'inclinazione tale che l'altezza corrispondente alla falda, dal piano di base del tetto alla linea del comignolo, sia la media aritmetica fra il 1/3 e il 1/4 della larghezza della stessa base, aumentata dalle sporgenze che le linee di gronda devono presentare sulle pareti esterne dei muri.

687 Costruttura dei tetti — La costruttura dei tetti comprende

quella delle due parti di cui essi si compongono, *incavallatura* cioè, e *coperto*. Variando però la costruttura delle incavallature al variare del numero delle falde e della larghezza dei tetti, e quella dei coperti al variare della qualità del materiale che vuolsi impiegare, così la costruttura dei tetti la studierò nella costruttura dei cavalletti per riguardo ai tetti che hanno falde limitate al numero di quattro, essendo questi i più comuni, e in quella dei coperti per riguardo al materiale di cui vogliono formarsi.

688. Costruttura dei cavalletti in legno secondo il numero delle falde. — 1°) Quando l'area a coprirsi sia rettangolare, e il tetto abbia una sola falda, il cavalletto, che piglia meglio il nome di *travatura*, componesi di tante travi orizzontali, dette *arcarecci*, disposte parallelamente ai muri di *gronda* e di *comignolo*, e incastrate colle teste negli altri muri, la cui sommità è inclinata secondo il pendio che vuolsi si abbia il tetto. Sugli *arcarecci* si fissano normalmente, e seguendo l'inclinazione del tetto stesso, dei correnti più o meno distanti fra loro, secondo il materiale di copertura che vuolsi usare, e i quali non formano che l'orditura di legname, su cui si fissa il coperto medesimo.

2°) Quando l'area a coprirsi sia rettangolare e il tetto abbia due falde, il cavalletto, che pur in questo caso potrebbe dirsi travatura, si costruisce nel seguente modo.

Rialzati i muri di frontespizio in triangolo isoscele, i cui lati eguali siano inclinati secondo il pendio del tetto, si colloca sui vertici di questi triangoli una trave che dicesi colmareccio, o colmello, e sui lati degli stessi triangoli, e colle teste bene incastrate e murate in essi, si collocano altre travi, equidistanti fra loro ed orizzontali, che diconsi *arcarecci*, *paradossi*, o *tempiali*, e i quali formano la travatura od orditura resistente delle falde del tetto. Su questi *arcarecci* poi o *tempiali*, si fissano stabilmente e trasversalmente, ossia parallelamente ai lati dei triangoli di frontespizio, dei *correnti* o *panconcelli*, equidistanti pur essi fra loro, e valevoli a formare l'orditura di legname su cui si fissa il coperto delle due falde del tetto, e il tutto come mostra la figura 134ª.

La costruzione di quest'incavallatura, è limitata però per quei tetti che cuoprono aree di lunghezza inferiore ai 6 o 7 metri, ossia aree chiuse da muri di frontespizio distanti fra loro di questo notato limite di lunghezza.

Quando poi questa distanza fosse maggiore, nè fosse interrotta da un muro la cui sommità potesse conformarsi allo stesso triangolo dei muri di frontespizio, occorrerebbe nell'intermezzo della distanza medesima sostenere il tetto con armature particolari di legname, disposte parallelamente ai triangoli di frontespizio.

Queste armature, che comunemente diconsi *cavalletti* o *incavallature*, sono conformate in generale a triangoli, e costruite, per una lunghezza

di tetto non maggiore di metri 7, come le mostra la parte A della figura 135ª, e cioè con una trave orizzontale *c*, detta *catena*, appoggiata sui muri di gronda, o con le estremità incastrate in due travi dette *dormenti*, distese sulla sommità degli stessi muri, o con due oltre travi *p p* dette *puntoni*, egualmente inclinate e in senso contrario sulla *catena*, sulla quale sono incastrate con' intaccatura a semplice, o doppio dente cuneiforme, mentre nelle oltre estremità sono connesse, o a semplice contatto verticale, reso stabile da due spranghe di ferro orizzontali incavigliate fra loro, oppure con incastro a mezza grossezza stretto da una o due caviglie di ferro.

Quando la larghezza del tetto, ossia la distanza fra i due muri di gronda, è maggiore del sovraccennato limite di m. 7, ma non superi i m. 16, si consolida l'*armatura* o *cavalletto*, come mostra la parte B della stessa figura 135ª, e a mezzo cioè d'un piccolo trave verticale *m*, detto *monaco*, frapposto ai puntoni che vi s'incastrano a dente semplice cuneiforme, e il quale a mezzo d'una staffa in ferro fissata alla sua estremità libera, sostiene e impedisce che la catena si curvi sotto l'azione del proprio peso, o sotto quella d'un carico di cui potesse venire accidentalmente gravata; e a mezzo di due altre piccole travi *r r* dette *razze* o *gambe di forza*, appoggiate e assicurate all'estremo inferiore del monaco, e sorreggenti colle loro teste i puntoni, per impedire che pur essi si curvino per una delle ragioni dianzi dette.

Allorquando poi la larghezza del tetto sorpassa i m. 16, la struttura dei *cavalletti*, è più spesso quale la presenta la figura 136ª, nella quale si notano:

a) i due *mensoloni* *m m* incastrati nei muri di gronda a sostegno delle estremità delle *catena* *c*, con la quale, unitamente ai puntoni *p p*, sono allacciati con grosse staffe di ferro disposte perpendicolarmente alla direzione degli stessi puntoni;

b) i sotto puntoni *q*, *q*, posti a sostegno dei puntoni fino alla metà o ai due terzi della loro lunghezza;

c) la controcatena *n*, collocata alla sommità dei sotto puntoni;

d) il monaco principale *s* che sostiene la *contro catena*, o i due monaci secondari *v*, *v*, incastrati a *dente e mortisa* nei puntoni principali *p p*, e destinati a sostegno della *contro catena*, dei *sotto puntoni*, e della *catena* principale *c* in punti equidistanti dai muri per un terzo o un quarto della sua lunghezza;

e) finalmente, le *razze* *t*, *t*, infisse con un estremo nei monaci secondari, e sorreggenti con l'altro estremo la *contro catena* *n*; e le due razze *r*, *r*, infisso pur esse negli stessi monaci secondari per così impedire la loro deviazione dalla verticale per causa delle *razze* *t*, *t*, e sorreggenti i sotto puntoni *q*, *q*.

Tanto le catene, quanto i puntoni principali di questo sistema, possono formarsi con due o tre pezzi, e con le connessioni di già studiate per le travi composte, secondo la lunghezza che debbono presentare.

L'orditura poi di legname su cui riposa il coperto, si fissa e si costruisce sui *cavalletti* ora veduti, e disposti a distanze di m 6 in m 7 l'uno dall'altro, come l'orditura di legname costruita sui lati dei muri di frontespizio per i tetti di lunghezza compresa fra i metri 7. Solo è da notarsi, che facendo l'officio di muri i puntoni di questi cavalletti, e non potendo in essi incastrarsi gli arcarecci per non indebolire i puntoni medesimi, usasi in questi cavalletti, d'appoggiare gli arcarecci *n*, *n*, *n*, *n*, ai puntoni, e di ritenerli a posto a mezzo di piccoli pezzi di legno *s*, *s*, *s*, detti gatelli, che s'incastrano e si chiodano sui puntoni, come vedesi alle stesse figure 135ª e 136ª.

689. Disposizioni dei cavalletti in un tetto a padiglione. — Conosciuta la costruttura dei cavalletti e la disposizione e l'impiego di essi nei tetti a due *falde*, occorre conoscere la loro disposizione nei tetti a quattro *falde*, ossia a padiglione, bastando essa per guidarci nella disposizione dei tetti a tre falde, ossia a mezzo padiglione.

Rappresenti quindi la figura 137ª l'area rettangolare da coprirsi con un tetto a *padiglione*, tirata la E F mediana del rettangolo e dei suoi lati più piccoli A B, e D C, si prendono su di essi due punti G ed H tali che le distanze G E ed H F siano eguali alle rette G M, G N, H O, H P, condotte perpendicolarmente dai punti G ed H ai lati A D, e B C.

Sulla porzione ora del tetto M N P O, si dispongono i cavalletti secondo l'ordinaria costruttura e disposizione, dette dianzi per i tetti a due falde, mentre sulle linee A G, G B, E G, D H, H F, H C, e sulle linee R S T, *r s t*, se mai fosse troppo grande lo spazio triangolare A G M eguale ad H C P, si dispongono dei semicavalletti per così completare le falde triangolari A G B, D H C costituenti i mezzi padiglioni, falde che per la prescelta posizione dei punti G ed H, hanno la medesima inclinazione delle altre falde a forma di trapezio A G H D, B G H C.

Se poi l'area A B C D, figura 138ª, fosse a forma di trapezio, si dovrebbe condurre la mediana E F, e determinare in essa i punti G ed H come insegnai precedentemente, e per modo che le rette H Q, G Q' perpendicolari ai lati D C, A B sieno eguali alle rette G M, G O, H N, P H, semidistanze fra i lunghi muri di gronda A D, B C, disporre quindi dei cavalletti secondo l'ordinaria costruttura, nello spazio rettangolare M O N P, e dei semicavalletti lungo le linee A G, G B, H D, H C, H F, G E, determinate queste ultime due linee seguendo la direzione della mediana E F, e lungo le linee *p r q* parallele alle rette G E, G O, H P, H F,

quando gli spazii triangolari F H C, G B E, G B O ecc fossero troppo grandi.

690. CAVALLETTI IN LEGNO E FERRO, OSSIA MISTI. — Quando le larghezza del tetto giunge si m. 30, meglio dello incavallature di legno si usano le incavallature miste di legno, ferro, e ghisa. Ora due sono i sistemi principali secondo cui possono costruirsi siffatte incavallature, il secondo cioè la costruttura ordinaria delle incavallature di legname colle imposte costituite da scatole di ghisa, e con la catena e alcuni membri secondarj in ferro, oppure secondo il sistema *Polonceau*, che ne è stato l'inventore, e nel quale sono in legno i soli puntoni.

Del primo sistema ne è modello la figura 139ª, e in essa, sono in legno, i *puntoni*, i *sottopuntoni*, la *controcatena*, il *monaco*, le *razze* e le *gambe di forza* che impostate nelle scatole di ghisa si sostengono i sottopuntoni; e sono in ferro la *catena* e i *tiranti* o *staffe* verticali, una delle quali sostiene la *catena*, le altre due la *sotto catena*.

Del sistema *Polonceau* ne è modello la figura 140ª, la quale non presenta in legno altro che i puntoni. Essi però sono travi in legno armate in ferro a mezzo dei tiranti *t*, ai quali si appoggia una colonnetta *d* ordinariamente in ghisa, che sostiene il puntone nel mezzo di sua lunghezza. Ha poi in ferro battuto il *tirante* o *staffa* verticale *v*, la *catena c* che è fissata ad una piastra in ferro che è il piede della colonnetta *d*, e in ferro fuso la scatola *s* in cui è impostato il piede del puntone.

691. CAVALLETTI IN FERRO. — I cavalletti, o incavallature in ferro si costruiscono per essi secondo due tipi principali, il tipo *Polonceau* cioè, veduto or ora, e el cui puntoni in legno si sostituiscono delle travi in ferro, sostenute, in due o tre punti equidistanti, da colonnette in ghisa, e il tipo inglese o tedesco, per essere usitatissimo in Inghilterra e in Germania, e distinto meglio per avere i puntoni rinforzati e uguali distanze da saette inclinate, e di numero variabile secondo l'ampiezza, o la larghezza del tetto, e colle estremità riunite da tiranti verticali, e da altri ora orizzontali, ore inclinati. I puntoni, in entrambe queste incavallature in ferro sono travi semplici in ferro con sezione a doppio T, e non poche volte si adoperarono le travi composte in lamiera di ferro tanto a parete piena che reticolata. Le figure 141ª e 142ª ne offrono il modello dei due sistemi d'incavallature in ferro.

692. CENTINE IN LEGNO E FERRO. — Oltre i già descritti sistemi di incavallature tanto in legno che in ferro o misti, sonovi altre sorta di cavalletti, a cui si dà più comunemente il nome di *centine*, e le quali costruite in solo legno, o in legno e ferro, oppure anche semplicemente in ferro, e foggiate ad archi di circolo o d'ellisse, sono impiegate, a guisa delle incavallature già studiate, a sostegno delle coperture.

Non presentando però siffatte centine la resistenza delle vere incavallature, ma meglio di queste offrendo l'eleganza della forma, sonosi esse limitate a sostegno delle tettoje ricoperte in cristalli, e usate nelle stazioni ferroviarie, nelle arene dei teatri, nei pubblici mercati, e in generale in tutte quelle località in cui è necessaria la copertura non solo, ma la illuminazione ancora dall'alto

693. COPERTI O COPERTURE. — I coperti o coperture si distinguono se per tetti, o per una costruzione muraria.

Le coperture per tetti constano sempre di due parti: il *letto* cioè e la *coperta*. Quello è più sovente in legname, e su di esso riposa la *coperta*, la quale suolsi fare con materiali laterizi, lastre di pietra, di vetro o di metallo, secondo il clima e l'importanza dell'edifizio, raramente però con legname, e più raramente ancora con canne, paglia, o altro strame.

Le coperture per opere murarie si fanno invece senza letto e con materiali laterizi, con lastre di pietra, e con malte cementizie, e mastici bituminosi

694. COPERTURE PER TETTI. — Fra le varie coperture che s'adottano, io mi limito a quelle costruite

con tegole curve, o piane e munite di risalti nei lati,
con lastre d'ardesia,
con vetri,
con lastre di metallo

695. COPERTURE CON TEGOLE CURVE O PIANE. — Il *letto* per questo genere di coperture può farsi in differenti modi, e cioè o valendosi dei soli *correnti* o *panconcelli* già fissati sugli arcarecci dell'armatura o cavalletto del tetto, e posti a distanza da mezzo a mezzo di m. 0,15 a m 0,18, e fissando sui panconcelli un pianellato di mattoni sottili, detti volgarmente *tavelle*, murati insieme con malta ordinaria di calcina e sabbia, o formando sui panconcelli stessi, posti però a distanza fra loro maggiore della sovradetta, un tavolato con assi disposte orizzontalmente per la loro lunghezza, connesse fra loro a *filo piano*, e collocate e inchiodate sui panconcelli in modo che le loro intestate si alternino sui panconcelli medesimi, o finalmente a mezzo di stuoje formate con cannucce palustri intessute con trecce di strame, e intelajate con piccole pertiche spaccate, e chiodate sui panconcelli. In non pochi paesi d'Italia, e nelle provincie Meridionali e Insulari particolarmente, si usa sostituire queste stuoje con tessuti di canne fatte sugli stessi panconcelli, e i quali, sebbene più resistenti delle stuoje delle canne palustri, e come queste di buona economia nella costruzione del letto della copertura, pure è bene proscriverli, come le stuoje di cannucce, dal letto delle coperture degli

stessi edifizi ordinarj limitandoli alle fabbriche rurali, e di piccola importanza, causa la facilità con cui gli uni e le altre sono penetrati dall'acqua piovana

La più solida costruttura del letto delle coperture per tegole curve e piane, e la più adatta ad impedire la penetrazione dell'acqua nell'interno degli edificii, è stimata da tutti quella formata col pianellato di tavelle.

La costuttura poi della *coperta* con le tegole curve o piane, varia secondo la qualità del letto che si è adottato

Col letto formato coi soli panconcelli, la *coperta* di tegole si costruisce collocando, fra tre file successive di panconcelli, due file di tegole a ridosso le une sulle altre di metri 0,11 a metri 0,14, colla convessità sui panconcelli per le tegole curve, e coi risalti in alto per le tegole piane, ma sempre colla maggior larghezza verso il comignolo del tetto, coprendo quindi la distanza fra le due file, e la quale suolsi d'ordinario limitare a metri 0,04 nel punto della maggior larghezza delle tegole, con un'altra fila di tegole dette *di capello*, egualmente a ridosso le une sulle altre, con la convessità in alto per le tegole curve, e coi risalti in basso per le tegole piane, ma colla larghezza maggiore verso la gronda dello stesso tetto

Procedendo in questa guisa, e avvertendo di bene allineare le tegole che pongonsi sulla gronda, si cuoprono le due falde adiacenti ad uno stesso comignolo, sul quale poi si colloca il capello d'una fila di tegole a ridosso sempre le une sulle altre di m 0,11 a m 0,14.

Non è raro che le tegole del comignolo si pongano in opera sopra uno strato di buona malta, stuccandone al tempo stesso le commessure, per così garantire meglio la solidità della copertura, nè è raro che le tegole di capello siano curve, anche per la coperta di tegole piane.

Se il letto è formato col pianellato di *tavelle*, le tegole tanto curve che piane, si collocano colle avvertenze date precedentemente, legandole al pianellato con uno strato di buona malta.

Quando poi il letto fosse costituito da un tavolato, la malta si adopera per legare al medesimo le tegole di gronda, quelle dei comignoli, e degli spigoli del padiglione o poligono che formi il tetto, collocando le altre tegole senza malta e colle avvertenze medesime date per la costruttura della coperta sui soli panconcelli

Infine quando il letto fosse costrutto con stuoje di cannucce e tessuti di canne, la coperta si usa formare come sopra le tavelle

696 Copertura con lastre d'ardesia — Tra le pietre da adoperarsi nella copertura dei tetti, è generalmente preferita la *pietra di Lavagna* comunemente conosciuta col nome di *ardesia*

Il letto per siffatte coperture si costruisce con tavole chiodate sopra

i panconcelli, e riunite a fila piano nel senso della loro lunghezza disposta orizzontalmente

La *coperta* poi si costruisce collocando le lastre d'ardesia ridotte prima ad eguali dimensioni, per filari paralelli alla linea di gronda, e a partire da questa, avvertendo di fermare ciascuna lastra a uno o due chiodi infissi nel tavolato che serve di letto, e di porre a ridosso i differenti filari l'una dell'altra per due terzi circa della dimensione d'altezza di ciascun filare Le lastre del filare di gronda si preferiscono d'ordinario di maggiori dimensioni, e si dispongono per modo che il loro filare medesimo, abbia un aggetto sul tavolato di m. 0,08 a m 0,10

Coperte per tal modo le due falde adiacenti ad uno stesso comignolo, questo si ricopre con un filare di tegole curve poste a ridosso l'una dell'altra a murate alle lastre e stuccate nelle loro commessure con buona malta di calce.

Di tegole si ricoprono anche gli spigoli delle differenti faccia del tetto, avvertendo però di metterle sempre colla convessità in alto negli spigoli sporgenti, e colla convessità in basso negli spigoli rientranti. Non è raro però che tanto questi spigoli, quanto il comignolo, si ricoprano con lastre di ferro conformate a modo da ottenere il pareggiamento delle superficie che esse lastre congiungano

I tetti coperti d'ardesia richiedona un declivio, ossia un'inclinazione, maggiore a quelli coperti con tegole, per sempre più facilitare lo scolo delle acque, le quali se cadono in piccola quantità e con poca forza, vengono assorbite dalle ardesie, e insinuandosi fra lastra e lastra si manifestano al di sotto delle medesime, comunicandosi al tavolato che sostiene le ardesie.

697. Copertura con vetri. — Le coperture con vetri si adoperano in tutte quelle località le quali oltre alla condizione di essere coperte, debbono essere anche illuminate dall'alto.

Il letto di queste coperture si forma con telai di legname, e meglio ancora di ferro, potendo con questo materiale costruire dei regoli, coi quali formare i telai, assai più sottili che non potessero riuscire i regoli di legname, e di maggior durata e resistenza dei medesimi.

La coperta poi si forma con lastre o tegole di vetro, foggiate queste ultime come le tegole laterizie, e fissate tanto le une che le altre ai telai del letto, sui quali, particolarmente le lastre, si assicurano con mastice.

Le lastre poi o sono tante grandi da coprire totalmente la falda del tetto, oppure si collocano a filari orizzontali, e a ridosso gli uni sugli altri per una lunghezza di lastra di m 0,08 a m 0,10

Spesso i telai di letto, si formano con regoli costrutti a modo che nelle sporgenze ove si fissano i vetri, presentino una superficie a risalti,

lunghi egualmente alla lunghezza della lastra che vi si appoggia, ed alti poco più di mezzo millimetro dello spessore dei vetri, e terminati da piccoli fermagli o ritegni, valevoli a trattenere le lastre sui regoli, ed impedire che possano scorrere sui medesimi lasciando allo scoperto una porzione di tetto.

Le coperture di vetri poi, e allo scopo di difenderle dalla gragnuola, vanno munite superiormente d'una rete di ferro, i cui rombi abbiano a diagonali m. 0,25, e m. 0,12.

698. Copertura in lastre di metallo — I metalli capaci di essere ridotti in lastre sottili, ed impiegati nelle coperture dei tetti, sono il *piombo*, il *rame*, il *ferro* e lo *zinco*.

Il *letto* per siffatte coperture si costruisce con tavole disposte orizzontalmente colla loro lunghezza, unite a filo piano, e chiodate ai panconcelli già fissati sull'incavallatura.

Le coperte poi si fanno con le lastre poste in filari orizzontali a partire dalla gronda, e a ridosso gli uni sugli altri per m. 0,08 a m. 0,10. Le lastre però di ciascun filare, sono unite fra di loro lateralmente con risvolti a ingimocchiature ed angolo retto, i quali facendo entrare nei risvolti delle lastre del corso immediatamente superiore, s'incontrano tutti in una medesima linea retta nel senso dell'inclinazione della falda del tetto. Le lastre di ciascun filare si sogliono fermare al tavolato del *letto*, a mezzo di robusti chiodi di ferro per le lastre di *piombo*, *rame* e *ferro*, e di chiodi di zinco per le lastre dello stesso metallo, affine di impedire il contatto umido col ferro, che svolgendo una pila galvanica produrrebbe delle rapide corrosioni.

Il comignolo poi, e gli spigoli tanto sporgenti che rientranti delle falde del tetto, si ricoprono con lastre di metallo curvate a doppia falda, o conformate a mezzo cilindro, e poste anch'esse a ridosso l'uno dell'altra, oppure, e massime negli spigoli, le lastre si uniscono fra loro coi risvolti a ingimocchiature.

Il metallo più adatto per le coperture sarebbe il rame se non costasse troppo per l'elevato suo prezzo; viene dopo il ferro, ed indi il piombo e lo zinco.

Le lastre però tanto di rame che di ferro si ricoprono esternamente con uno strato di stagnatura, valevole per otturare le piccole fenditure che si producono nelle lastre di rame in causa al laminaggio, e per impedire l'ossidazione nelle lastre di ferro.

699. Coperture per costruzioni murarie — Le opere murarie che più sovente vengono coperte, sono le vôlte, e i muri, particolarmente di cinta. I materiali poi adoperati per queste coperture, sono le tegole, le lastre di pietra, le malte cementizie e il bitume. Le coperture con tegole

o lastre di pietra si costruiscono, collocando le tegole, curve o piane che siano, o le pietre, sopra uno strato di malta di calce disteso sulla superficie a coprirsi dopo di averla spicconata e pulita per la profondità di circa 2 centimetri, ed averla ben lavata con acqua di calce I comignoli poi, e gli spigoli che le falde della copertura potessero presentare, si ricoprono con tegole poste con la convessità in alto se servono per il comignolo, e per gli spigoli sporgenti, o con la convessità al basso se per gli spigoli rientranti. Tanto le commessure poi delle tegole, quanto quelle delle lastre di pietra, debbono stuccarsi con buona malta di calce, affine d'impedire le filtrazioni.

Le coperture di malte cementizie, adoperate come quelle di bitume particolarmente per le vôlte, e dette entrambe comunemente *cappe*, si costruiscono differentemente, secondo che le malte s'adoprano in uno o più strati, per cui distinguonsi in *cappe semplici*, *doppie* e *composte*, o s'impiega il bitume colato, oppure in fogli. Qualunque genere di *cappa* però vogliasi costruire, non è lecito addivenire ad essa se non dopo un anno dalla costruzione della vôlta, e dopo il suo disarmo, per evitare le crepolature che hanno comunemente luogo, pei cedimenti prodotti dalla lapidificazione della malta, e per lo stesso disarmo. È da avvertirsi poi che non avvengano crepolature nella *cappa* neppure per qualsiasi altra cagione, massimamente in sul principio di sua costruzione, essendo provato che qualunque sia il rimedio impiegatovi, le crepolature ricompariscono dopo un certo tempo.

Ora prima d'addivenire alla costruzione delle cappe, fa duopo ancora scalzare con cura tutte le commessure delle pietre e dei mattoni, per toglierv la malta che è alla superficie o che avesse patito, e pulire, e bagnare la superficie medesima con acqua di calce, per indi rinzeppare di malta cementizia tutte le commessure che si saranno scoperte, lasciando la superficie della stessa malta scabra e bavosa.

Se quindi la copertura ha da essere costruita con una *cappa semplice*, è d'uopo gettare con forza, e distendere sulla superficie a coprirsi uno strato di malta cementizia alto per m 0,08 a m 0,10, raschiando col tagliente della cazzuola le materie che non sembreranno aderire al muramento e alla rinzeppatura già fatta, e lisciando fortemente la superficie dello strato col dosso della medesima cazzuola. Dopo 12 o 15 ore di riposo, e che il cemento avrà cominciato a lapidificarsi, si batterà a piccoli colpi con un pestello di legno, per vieppiù addensarlo, indi si conguaglierà di bel nuovo, e si lascerà asciugare — Quando poi la durezza a cui sarà pervenuto il cemento sia tale da permettere che vi si possa camminar sopra senza lasciarvi l'impronta dei piedi, si ribatterà prima col pestello, e poi con bastoni di nocciolo di m 0,80 a m 1 di lunghezza, e grossi

per uno e mezzo o due centimetri di diametro, avvertendo che la battitura coi bastoni sia fatta a più riprese, e per modo che i colpi abbiano ad incrociarsi, per far sparire le crepolature che si fossero potute presentare, dopo però avere umettata la superficie dello strato con acqua di calce.

L'umettatura della superficie con l'acqua e la battitura coi bastoni, si continueranno fino a che non appariscano più crepolature, e lo strato di malta sia ridotto alla metà del primitivo spessore.

Pulita quindi la superficie colla cazzuola, e lisciata con un ciottolo piatto fino a che gittandovi dell'acqua, questa non abbia a colorarsi, vi si distenderanno due mani d'olio di lino bollente, interpolate però e susseguite dalla lisciatura col ciottolo.

Comunque usitate le *cappe* semplici per coperture di vôlte, pure il chiarissimo ingegnere conte *Ponza di San Martino* nella sua opera, *Prontuario di stima* ecc., altra volta ricordata, e dalla quale ho tolto il processo di costruzione delle *cappe*, sconsiglia i costruttori, e per buone ragioni, dall'adoperarle, e li eccita invece ad eseguire quelle a due o più strati.

Le cappe doppie si costruiscono, versando un primo strato di malta cementizia per un'altezza di m. 0,06 sulla superficie a cuoprirsi, già prima pulita però e rinzeppata della stessa malta, e conguagliandolo uniformemente, ma lasciandolo colla superficie scabra per collegarla meglio col secondo strato. In proposito, consiglia lo stesso *Ponza*, di usare regoli di legno di grossezza eguale allo spessore dello strato, e di disporli parallelamente e a distanza fra loro di m. 0,50, e dopo aver disteso lo strato di malta, spargervi sopra e colla mano dei sassolini grossi non più d'una noce, da conficcarsi poi con un pestello di legno, fino a farli scomparire dalla superficie. Si batta indi lo strato coi bastoni di nocciolo, fino a perfetta lapidificazione, incrociando però sempre i colpi per meglio consolidarlo, e far sparire le crepolature che potessero apparire. Consolidato il primo strato, vi si distenda sopra il secondo per un'altezza di m. 0,03, formato con cemento passato al vaglio fino, e conguagliato anch'esso uniformemente, si batta col pestello e coi bastoni fino a che si consolidi, per poi lisciarlo con acqua di sapone. Così lisciato, si ricopra con uno strato di terra passata al graticcio, alto per m. 0,20, avendo cura di non pestarla, e di tenerla in stato umido fino alla perfetta lapidificazione della cappa, raggiunta la quale si toglie la terra, si pulisce e si lava la superficie della cappa con una setola e colla spugna, e indi si otturano le più piccole crepolature che fossero apparse colla stessa malta cementizia impiegata, e con acqua di sapone. Ciò eseguito, si distendono sulla superficie della cappa due mani d'olio di lino, una

bollente e l'altra fredda, lesigando la superficie col ciottolo, tanto dopo l'una che l'altra mano d'olio

Le *cappe composte* infine, o a più strati, si costruiscono strato per per strato come si fece per il primo strato delle cappe doppie, ad eccezione però dell'ultimo strato che si eseguirà senza conficcarvi i sassolini, e colle norme medesime prescritte per il secondo strato delle *cappe doppie*

Ove nel corso della costruzione dei differenti strati, apparissero delle crepolature, si procurerà di turarle, battendone i labbri con forza dopo averli bagnati con acqua di calce per costringerli ad unirsi Che se poi le crepolature avessero acquistata tanta durezza da riuscire inutile la rimettitura dei labbri, conviene aprirle bastantemente per colarvi il cemento necessario a poterle ricoprire, ribattendole poi con cura nel modo già prescritto

Le *cappe di mastice colato* si costruiscono sopra la superficie a coprirsi già prima però perfettamente asciugata. In proposito è d'uopo fondere il mastice possibilmente in vicinanza alla località in cui deve essere impiegato, curando di tener chiuse sempre le caldaje, per accelerare la fusione del mastice e conservarlo allo stesso grado di calore, e di rimestare frequentemente e con cura lo stesso mastice nella fusione per impedire che si brucino le particelle a contatto colle pareti della caldaja

Tosto che il mastice comincierà a bollire, lo che si riconoscerà dai vapori biancastri che si svolgeranno su tutta la sua superficie, si diminuirà il fuoco, e si riempirà con prontezza e con un cucchiajo di ferro, una piccola caldaja, la quale portata sulla superficie a coprirsi, già prima preparata però e divisa in scomparti a mezzo di regoli alti per la grossezza dello strato di mastice che si vuol costruire, si vuota sugli scomparti medesimi.

A misura che questi si riempiono, un operaio armato d'una lunga cazzuola, distenderà il mastice colla maggiore uniformità, conguagliandolo sulla grossezza dei regoli, e comprimendolo sempre più fortemente per addensarlo e far sparire i bolli o vani che si formano sulla superficie. Formati per tal modo due o più scomparti, e quando il mastice si sarà indurito a segno da non sentir più l'azione della cazzuola, si adopreranno i ferri di saldatura, caldi a modo da rammollire appena il mastice, dimenandoli sul medesimo per saldare scomparto con scomparto, e rendere lo strato di spessezza eguale, e la superficie uniforme, liscia, e lucida come una lastra di vetro

Le cappe di mastice in foglio si costruiscono sopra superficie conguagliate prima da uno strato di malta lisciata colla cazzuola e col fratazzo, e già asciugato a modo da potervi liberamente camminare senza

produrre alcuna depressione. Il mastice poi si distende a fogli avvolti prima in un cilindro dal quale si svolgono a misura che si pongono in opera, ponendoli però o costa a costa, oppure a ridosso l'una dell'altro. Nel primo caso, i fogli di mastice hanno da essere prima refilati perfettamente negli orli, e posti l'una accanto all'altro a modo da lasciare uno spazio di 8 a 10 millimetri che si riempie di mastice fuso, conguagliandone la superficie quando si sarà raffreddato, con i ferri da saldatura. Nel secondo caso i fogli si pongono a ridosso l'uno dell'altro di circa 5 centimetri, e si saldano fra loro, o con un ferro caldo foggiato a lingua di bue, e che si fa passare fra un foglio e l'altro, oppure con mastice disteso sulla superficie a saldarsi mediante un setola, e reso più liquido coll'aggiunta di pece grassa.

Lavorando di tempo bello e di durata certa, è indifferente incominciare la posatura dei fogli dall'alto o dal basso della falda a coprirsi, sebbene sia forse più comodo d'incominciare dal basso, particolarmente quando i fogli si pongono a ridosso.

Se però si teme una pioggia, è buon consiglio della pratica d'incominciare dall'alto della falda, per così impedire che l'acqua s'introduca fra i ridossi dei fogli, usando perciò d'alzare l'orlo del foglio superiore per distendervi l'inferiore.

Capitolo VIII.

Opere e lavori di completamento, e consolidamento delle costruzioni civili.

700. Fra le opere e i lavori che completano un edifizio sono a ricordarsi le *cisterne*, i *pozzi*, le *cucine*, le *latrine*, i *parafulmini*, i *radicamenti*, i *ligati*, le *chiavi* e *catene di ferro*, e gli *intonachi*.

701. Cisterne e pozzi. — Le cisterne, come i pozzi, sono serbatoi sotterranei d'acqua potabile per servizio dell'economia domestica.

Le prime conservano l'acqua piovana che defluisce dai tetti, e da qualunque altra superficie a ciò adatta; i secondi, l'acqua di sorgente.

Quelle si costruiscono più sovente nei paesi marittimi, nelle località ove la notevole profondità delle sorgenti rende dispendiosa la costruzione d'un pozzo, od ove infine la qualità dell'acqua di sorgente non è adatta agli usi della domestica economia; quesdi all'incontro, si costruiscono quando è notevole la bontà dell'acqua, ed è piccola la sua profondità.

Siccome però è preferibile l'acqua piovana a qualunque acqua di sorgente, tanto per le bibite, quanto per gli usi domestici, così è bene

costruire le cisterne per usare le acque che in esse vi si raccolgono in tutte le faccende della domestica economia, e costruire invece i pozzi per impiegarne le acque nella coltura degli orti e dei giardini

702. Situazione delle cisterne e dei pozzi. — Le cisterne come i pozzi, ove non si possano costruire nel mezzo dei cortili è bene costruirle in vicinanza alle cantine e cucina della casa, e possibilmente sempre alla parte del nord del cortile medesimo Il *Milizia* consiglia di lasciare affo scoperto questi serbatoj d'acqua, perchè con la libera circolazione dell'aria se ne facilita l'evaporazione, e meglio si riesce a purificare l'acqua.

703. Costruttura delle cisterne — Differentissimi sono tuttora in Italia i sistemi di costruttera delle cisterne Fra quelli che io ho studiato tanto dagli antichi come il *Palladio*, il *De La Hire*, e il *Borgnis*, quanto dai moderni come il *Milizia*, il *Cantalupi* e il *Labeulaye*, preferisco per la bontà con cui si conserva l'acqua il sistema veneziano, che como ho appreso da un ottimo amico mio e collega, l'ingegnere veneto *Carlo Antonio Dall acqua*, professore di matematica meccanica elementare e geometria pratica nel R Istituto tecnico di Forlì, così lo riporto qui, illustrandolo della figura 143ª, favoritami dallo stesso amico, che pubblicamente ringrazio

Escavato il terreno per un volume a forma di tronco di cono, come dimostra la parte della figura segnata dalle lettere A D C D, coi lati inclinati secondo il naturale declivio delle terre, e profondo in proporzione del volume dell'acqua a conservarsi e della qualità del terreno, s'appoggia tutt'attorno al terreno medesimo, e bene battuto con mazzaranga o piloni, uno strato di creta *m m m* molto bene manipolata, e priva d'ogni sostanza estranea, dello spessore di m. 0,30 e per un'altezza di circa i 4/5 della profondità della fatta escavazione Sul fondo di questa e sullo strato di creta, si adagia un zatterone di base E, formato a secco con pietre naturali o laterizie, su cui s'innalza la canna cilindrica *a a a a* della cisterna, fatta anch'essa con muratura a secco fino al livello del terreno, e collo spessore d'ordinario dai 25 ai 30 centimetri, murando però con malta di calce la parte della canna medesima *p p* che s'innalza da m. 0,80 a m. 1,20 sul livello del terreno

Il vano *q q q q* che rimane fra la canna e lo strato di creta, è destinato a serbatojo di filtrazione, e si riempie di sabbione preso sulle alte dune del mare. Questo serbatojo però si prolunga ancora superiormente allo strato di creta, e fino al livello del pavimento, in *s s s s* per un'estensione molto più grande della circonferenza A' D' base maggiore dello scavo fatto, sostituendolo così allo strato di sabbia pregno di melma che è sotto al pavimento Sul pavimento poi, e come lo dimostrano le lettere

F F, si costruiscono con muratura a secco piccoli pozzetti di purificazione, detti in linguaggio tecnico veneziano *pillele*, coperti da un segmento afferso in pietra da taglio con fori per il passaggio dell' acqua, e destinati a raccogliere l'acqua stessa dai coperti delle case, o dalla superficie del suolo stradale; acqua che lentamente passa a traverso alla muratura, deponendo prima le maggiori torbide raccolte nei tetti e nelle superficie da cui è defluita, e per cui gli stessi pozzetti debbono pulirsi di tempo in tempo.

Questi pozzetti, o *pillele*, d'ordinario sono due, ma nelle grandi cisterne delle piazze, e dei palazzi sono anche quattro.

Ove appena costruita la cisterna, non piovesse a modo da riempirla per metà almeno, si deve riempire d'acqua potabile versata dalle pillele, per così purgare il sabbione che è in tutto il serbatojo di filtrazione, e vuotare indi la cisterna per riempirla definitivamente della nuova acqua piovana.

Quando poi non si volesse adottare il metodo veneziano di costruttura, e per non trascurare di raccogliere nella cisterna le acque quanto più pure, si dovrebbe seguire il sistema consigliato dal cav. *A. Cantalupo* nella sua opera, *Istruzioni pratiche elementari sull'arte di costruire le fabbriche civili*, e il quale consiste, nel costruire all'estremità del tubo di scarico delle acque, e in vicinanza alla cisterna, un pozzetto a sezione rettangolare di m 1,50 per m 3, e con altezza di m. 1,50 o m. 2, dividerlo per metà nel senso della lunghezza col mezzo d'un diaframma verticale formato con una lastra di pietra bucherellata nella parte inferiore, per dar passaggio all'acqua dall'una nell'altra camerella in cui si divise il pozzetto. In ciascuna però di queste camerette si colloca prima uno strato di carbone polverizzato alto per metri 0,30 circa, a cui si sovrappone uno strato di ghiaja o sabbia per un'altezza di circa m 0,40.

Disposte così le cose, l'acqua piovana entra nella cameretta che è in comunicazione col tubo di scarico, discende nel fondo di essa attraversando gli strati di sabbia e ghiaja e carbone, per indi passare nella seconda cameretta dai pertugi praticati nel diaframma, e ascendere in essa per riversarsi nella cisterna mediante tubi convenientemente disposti, dopo aver di nuovo attraversato gli strati di carbone, e ghiaja o sabbia.

Tanto la base però, quanto i muri della vasca della cisterna, e questi fino all'altezza a cui deve giungere l'acqua, debbono essere costrutti con malta idraulica ed intonacati di cemento per così impedire le filtrazioni.

704 Dimensioni d'una cisterna — Le dimensioni d'una cisterna sono in dipendenza della quantità di pioggia che cade annualmente nella località in cui devesi costruire la cisterna, della superficie da cui defluisce

l'acqua, e infine del numero delle persone ed animali (cavalli, buoi, pecore e majali), per cui è destinata l'acqua che si raccoglie.

La quantità dell'acqua che cade annualmente in Italia, è in media di litri 1078 per ogni metro quadrato di superficie. Deducendone però la quantità che s'evapora, e quella che si perde per le infiltrazioni, la quantità medesima si può ridurre a litri 850 per m. q.

Una casa quindi, o altro qualsiasi edifizio che avesse m. q. 150 di superficie di tetto, raccoglierebbe annualmente litri d'acqua 127500.

Ora si calcola che pei differenti bisogni d'una persona adulta, occorrano in media al giorno litri d'acqua 10; per un cavallo, litri d'acqua 50, per un bue, 33, per una pecora, 3, per un majale 4. All'anno quindi

l'uomo avrebbe bisogno di m. c.		3600	d'acqua
il cavallo di	»	18000	»
il bue di	»	12000	»
la pecora di	»	1080	»
il majale di	»	1440	»

Ritenendo quindi litri d'acqua 1500 per la quantità di pioggia che cade annualmente, ad esempio a Roma, come vedesi nel prospetto qui sotto riportato, ogni uomo avrebbe bisogno di m. q. 2,40 di superficie di tetto per raccogliere i m. c. 3600 che gli occorrono, ogni cavallo di m. q. 12 di superficie dello stesso tetto, ogni bue di m. q. 8; ogni pecora di m. q. 0,72, ed ogni majale di m. q. 0,96.

Ritenendo ancora, come risulta dalle osservazioni metereologiche che la massima distanza fra due pioggie consecutive sia di due mesi, e supponendo che in questo intervallo di tempo la cisterna possa riempiersi e vuotarsi, essa dovrà contenere m. c. 0,61 per persona, m. c. 3 per cavallo, m. c. 2 per bue, m. c. 0,18 per pecora, e m. c. 0,24 per majale; se vuolsi che essa soddisfi contemporaneamente ai bisogni di tutti.

Detti quindi

u, il numero degli uomini,
c, il numero dei cavalli,
b, il numero dei buoi,
p, il numero delle pecore, ed
m, il numero dei majali, che debbono servirsi ogni due mesi dell'acqua che conservasi in una cisterna, il volume di questa per lo stesso tempo, sarà espresso da

$$V = 0{,}01 \times u + 3 \times c + 2 \times b + 0{,}18 \times p + 0{,}24 \times m,$$

La superficie totale poi da cui deve defluir l'acqua sarà espressa da

$$S = \text{m. q. } 2{,}40 \times u + \text{m. q. } 12 \times c + \text{m. q. } 8 \times b + \text{m. q. } 0{,}72 \times p + \text{m. q. } 0{,}90 \times m.$$

Il bisogno però d'alimentare d'acqua più sorta d'animali non occorre a dir vero che in campagna. In città, e conseguentemente nelle costruzioni civili, le dimensioni o il volume delle cisterne, più specialmente, sono determinate dalla formula .

$$V = 0{,}01 \times u + 3 \times c$$

Fatto quindi $u = 12$, $c = 2$, la cisterna che dovrebbe, in una casa civile di Roma, conservare l'acqua per uso di questi abitatori, sarebbe espressa nel suo volume, da

$$V = 0{,}01 \times 12 + 3 \times 2 = \text{m. c. } 13{,}320$$

La superficie poi da cui dovrebbe defluir l'acqua per riempiere questa cisterna, sarebbe espressa, da

$$S = \text{m. q. } 2{,}40 \times 12 + \text{m. q. } 12 \times 2 = \text{m. q. } 52{,}80$$

Moltiplicando difatti la quantità di pioggia annua di Roma, litri cioè 1500, per questa superficie, si ha un volume d'acqua di m. c. 79,200, che è poco meno il sestuplo del volume d'acqua che verrebbe alla cisterna ogni due mesi, supposto sempre però che la distanza, o l'intervallo fra due pioggie consecutive, sia di due mesi.

Egli è perciò, che il volume della cisterna determinato per tal modo, è il volume minimo che le si può dare. Sta quindi al costruttore l'aumentarlo di quanto egli stimerà più opportuno.

La superficie determinata di m. q. 52,80 potrebbe essere tanto quella unicamente del tetto della casa, quanto la somma di due superficie, una del tetto, e un'altra d'un cortile o d'una piazzetta all'uopo lastricata, e disposta con parziali declivi, per versare l'acqua in appositi pozzetti di purificazione, fatti anche a guisa delle *pillele* di Venezia.

Dal volume poi di m. c. 13,320 della cisterna, si traggono le dimensioni di questa, tanto in altezza che in senione, preferendosi questa circolare, affine di poter meglio, il muro che la cinge, sostenere la spinta della terra circostante.

L'altezza però dell'acqua racchiusa nella cisterna, deve esser tale da lasciare la superficie superiore del liquido, distante per lo meno di m. 1,50 dal livello del suolo.

Ecco ora un prospetto della quantità di pioggia che cade annualmente per m. q. nelle principali città d'Italia dedotta quella che si perde per evaporazione ed infiltrazione.

Bologna	Litri	480
Firenze	»	720
Genova	»	1150

Milano	Lire	700
Napoli	»	650
Palermo	»	500
Roma	»	1500
Torino	»	700
Udine	»	1200

705. Mezzi per condurre le acque piovane nelle cisterne. — Se le acque cadono sulle piazze, sui cortili, o sulle terrazze, si conducono al pozzetto di purificazione, da cui poi si scaricano nella cisterna direttamente, o a mezzo d'un tubo, disponendo a declivi parziali, sulla ragione di 1/400 per la lunghezza e 1/500 per la larghezza, la superficie su cui esse cadono, e facendoli incontrare, o tutti in uno stesso punto, dove ha origine un canale sotterraneo che porta l'acqua nel pozzetto di purificazione; oppure a due a due, o più, in differenti punti nei quali si dispongono altrettanti canali sotterranei conducenti o a particolari pozzetti, oppure ad uno solo, dando sempre ai canali, quel declivio che favorirà meglio il compito di ciascuno.

Se invece le acque cadono sui tetti, si lasciano liberamente gocciolare sino alle gronde, ove si dispone un canale di latta, e preferibilmente di lamiera di ferro, da pitturarsi sempre con due mani di pittura ad olio e biacca, e conformato ad ovolo col listello superiore, oppure a gola dritta e listello, formando sempre la cimasa del cornicione della facciata a cui risponde la falda del tetto.

Le dimensioni in larghezza e profondità di questo canale, debbono esser tali da poter contenere tutta quanta l'acqua che defluisce dalla falda del tetto, anche durante gli acquazzoni, senza mai debordare.

Ove il canale sia in lamiera di ferro, si fissa al posto a mezzo di tiranti orizzontali di ferro, convenientemente distribuiti al di sopra del canale, e alla distanza fra loro non maggiore di 2 metri. Un estremo di questi tiranti è ad uncino, ed esso s'aggrappa ad un occhio di ferro stabilito nella parete interna del canale, mentre l'altro estremo s'assicura con chiodi ai panconcelli del tetto. Lo stesso canale poi viene allacciato ai tiranti col mezzo di fili di ferro, che passano in occhi aperti nella lamiera, e dal lato interno del canale.

Che se poi il canale si costruisce in latta, si fissa alla gronda facendolo appoggiare in semicollari di ferro inginocchiati in un estremo, e ai quali s'allaccia con filo di ferro, mentre con l'altro estremo sono inchiodati agli stessi panconcelli del tetto. Perchè poi questi canali di latta conservino la prescritta forma si eseguisce in essi un'orlatura esterna che si arma con un filo di ferro avvolto nella latta medesima.

In ogni canale poi, e a determinate distanze, sono praticati dei fori circolari a mezzo dei quali si scaricano le acque in tubi di condotta verticali, che hanno origine negli stessi fori, e i quali sono sempre, e nella massima parte, con andamento rettilineo, non cambiandosi in curvilinco che nelle risvolte e piegature, per evitare così gli angoli acuti e retti che tornano sempre a svantaggio del deflusso delle stesse acque. Questi tubi si costruiscono anch'essi in latta o in lamiera di ferro, col diametro dai m. 0,10 ai m. 0,15, e si mettono in opera applicandoli presso le pareti esterne degli edifizii, ove si fermano con collari di ferro suggellati nei muri, e distanti fra loro di circa m. 2.

D'ordinario i tubi stessi, e alla distanza di m. 1,80 o m. 2 dal livello del suolo, si fanno imboccare in tubi di ghisa, assai più resistenti agli urti di quelli in lamiera o in latta, e i quali mettono capo in altrettanti condotti sotterranei che trasportano le acque o nei pozzetti di purificazione, o in qualunque altro recipiente di scarico.

I condotti sotterranei soglionsi costruire in due modi, o con tubi di argilla cotta cioè, o con canaletti in mattoni a sezione rettangolare o quadrata. I primi si formano con tanti piccoli tubi smaltati dentro e fuori, lunghi ciascuno per m. 0,60, e i quali imboccano l'uno nell'altro, lasciando la cavità interna perfettamente cilindrica. Essi si collocano ad una profondità non minore di m. 0,40 nel punto d'imbocco coi tubi di ghisa, investendoli in un masso di bitume per conseguire la maggiore resistenza. I secondi, ossia i canaletti, si costruiscono col fondo di mattoni posti in piatto, con le spalle di mattoni forti posti in costa, coprendoli di poi o con gli stessi mattoni forti posti di piatto e murati fra loro e coi mattoni delle spalle con buona malta di calce, oppure con lastre di pietre murate pur esse con la stessa malta.

Non è raro, che ai tubi verticali metallici or ora veduti, si sostituiscano gli stessi tubi d'argilla cotta coi quali dissi formarsi i condotti sotterranei, internandoli però nelle pareti esterne degli edifizii, o allogandoli in incavature lasciate nei muri perimetrali, e rivestite di sostanze impermeabili all'acqua, chiudendoli quindi esternamente nell'uno e nell'altro caso, con una sottile coperta di muratura, dalla quale ne sia facile lo scorgere se il canale siasi ostruito in qualche punto, o se sia in esso avvenuto altro danno.

706. Costruttura dei pozzi. — Per la costruttura dei pozzi si segue ancora più comunemente il metodo prescritto dallo *Scamozzi*, e che consiste nell'affondare, orizzontalmente disposto, un anello circolare di doppi tavoloni di rovere, assicurato, a determinate distanze, sopra pezzi di legno conformati a triangolo rettangolo, i quali s'affondano per il vertice, e colla ipotenusa rivolta verso l'interno dell'anello, unitamente all'anello stesso. Tosto penetrato nel terreno l'anello, tenuto però sempre orizzon-

tale, s'incominci a costruire sopra di questa il muro di contorno del pozzo, sia in mattoni, sia in pietre naturali, e colla grossezza dai 30 ai 40 centimetri, coi primi strati però senza malta, e coi successivi con malta di calce idraulica o sabbia, senza intonacatura dalla parte interna della cinta del pozzo.

Progredendo lo scavo del terreno al centro del pozzo, e tutto d'intorno, ossia di sotto ai pezzi triangolari di legno, l'anello si sprofonda con questi per il peso della sovrastante muratura, la quale si continua sempre di tanto, di quanto s'approfondisce l'anello, e fino a che questo raggiunge il piano delle sorgenti, ed esse impediscano lo scavo ulteriore del terreno.

Le acque poi saranno tanto più copiose, purgate, leggiere e fresche, quanto più profondi saranno i pozzi, e particolarmente poi se nel fondo di essi si gitti uno strato di ghiaja minuta, per un'altezza di m. 0,30.

Un altro sistema di costruzione dei pozzi, è quello di scavare un fosso, più largo di quello non debba risultare il pozzo col suo contorno in muratura, profondo fino al piano delle sorgenti, per quindi collocare al fondo della fatta escavazione un anello in legname su cui si costruisce la muratura come col metodo dello *Scamozzi*. Spesso poi, e allo scopo di provvedere un buon volume d'acqua nel pozzo, s'interna nel fondo di esso un tino di rovere o di ontano, di un diametro alquanto più piccolo dell'interno diametro del pozzo, alto per m. 1,50 o m. 2, e cerchiato di ferro per maggior resistenza.

707. Cucine. — Allo scopo di allontanare dalla parte principale degli edifizi, che come già dissi è sempre esposto al mezzogiorno, le esalazioni, che il difetto di proprietà nelle cucine, o il combustibile che vi si brucia possono produrre, è bene disporre le cucine alla parte settentrionale dell'edifizio, sia nei sotterranei del medesimo, quando una sola dovesse bastare ai bisogni degli abitatori, sia nei differenti piani della casa, costruendone una per piano, se ne fossero richieste tante per quanti sono gli stessi piani.

L'ambiente destinato alla cucina deve essere spazioso, bene illuminato, e possibilmente ricoperto a vòlta per così evitare gl'incendi.

In ogni cucina vi si notano sempre due opere principali, il *focolare* cioè, e il *lavatojo*, od *acquajo*.

Il focolare ha dimensioni variatissime, secondo che risponde ad una cucina di casa signorile, ad un albergo, oppure ad una casa di modesto operajo.

Nel primo caso, ha da esser tanto grande da contenere un forno, una stufa per conservarvi in caldo le vivande, o un numero più o meno grande di fornelli. Nel secondo caso, non essendo così vivo il bisogno del forno, e della stufa, ha da avere piccole dimensioni da bastare per contenere due o tre fornelli.

Qualunque però sia la destinazione della cucina, è sempre bene che il focolare sia ricoperto da una *cappa* a forma di tronco di piramide quadrangolare, colla base maggiore poco più piccola della sezione superiore del focolare, e colla base minore eguale alla sezione della canna del camino che conduce il fumo al di fuori della casa, e costruita con un'armatura di legname ricoperta da un pianellato di *tavelle* murate con malta di calce. La *cappa* serve a raccogliere tutto il fumo che s'innalza dai differenti fornelli, come anche tutte le esalazioni sia delle vivande che sono al fuoco, sia dello stesso combustibile, e a meglio indirizzare il tutto nella canna del camino

Il focolare dev' essere costruito solidamente affinchè il fuoco non degradi i muri, e deve essere collevato dal suolo dell'ambiente per m. 0,75 o m. 0,80 per potervi lavorare in piedi. Siccome però nel mezzo del piano che esso presenta, suolsi in alcune circostanze fare un fuoco di legna, così la parte del muro a cui è collegato il focolare, si riveste con pietra di specie calcarea e sotto allo stesso mezzo del focolare si fa un vano parallelepipedo che serve di stufa per conservare in caldo le vivande.

I fornelli, che più d'ordinario sono in ghisa, vanno murati in vani parallelepipedi lasciati appositamente nel masso del focolare, e corrispondenti due a due, a vani pure parallelepipedi che sboccano nella parete del focolare, valevoli non solo a raccogliere le ceneri prodotte dai combustibili che bruciano negli stessi fornelli, ma a permettere all'aria di accedere di sotto a questi e mantenervi viva la combustione, fino a che i vani stessi non si chiudano con uno sportello di ferro di cui sono armati esternamente

Il lavatojo, od aquajo, deve contenere due o più scompartimenti secondo l'importanza della cucina a cui s'appartiene, e deve essere formato con pietra calcare qualunque, quando la modestia della casa non lo comporti di marmo.

Nella costruttura però del lavatojo è da curarsi moltissimo che le acque che vi cadono, non abbiano che a scaricarsi in apposite fogne per così evitare l'odore fetido che esse manderebbero ove sboccassero nella strada o nei cortili. Perchè poi questi lavatoj non mandino nella cucina gli effluvii incomodi e nocivi che si formano nelle fogne cui essi mettono capo, e per essi non s'introducano negli appartamenti emmalucci molesti e schifosi, è necessario che i condotti che si partono dai medesimi si possano chiudere ermeticamente tosto che si scarichi l'acqua che trovasi nei lavatoj, oppure, che al foro che mette in comunicazione l'acquajo col tubo conduttore delle acque alla fogna, sia applicato un piccolo tubo in rame il quale peschi costantemente in una vaschetta ripiena d'acqua che è entro lo stesso tubo conduttore, e che si riempie subito dopo scolata l'acqua che era nel lavatoio, od acquaio.

708 Cucine economiche in ferro, e cucine a vapore — Di presente, non pochi costruttori sostituiscono alle cucine in muratura, delle cucine in ferro per coke, o cucine in rame o ferro a vapore tanto stabilite fissamente in una parete della stanza destinata all'uso di cucina, quanto isolate e portatili da uno in altro luogo a seconda del bisogno.

L'economia che si raggiunge nel combustibile per cuocere le vivande, la quantità maggiore d'area che rimane libera nella stanza che abbia una di siffatte cucine, per cui la stanza medesima può anche meglio destinarsi a camera da pranzo, e la comodità infine di averle portatili e in qualunque occorrenza, fa certo preferire queste cucine economiche in ferro, o a vapore, a quelle costruite fissamente in muratura, e tanto più quanto maggiore è il servizio che debbe prestare la cucina, anche per i molti recipienti che in piccolo volume esse contengono.

Le cucine in ferro sono tutte a forma parallelepipeda a dimensioni variabili, tanto nella larghezza che da m. 0,70 nelle più piccole, raggiunge i m. 3,50 nelle più grandi, quanto nella profondità dei recipienti che essa contiene, e i quali da m. 0,40 variano fino a m. 1,30. Meno variabili sono poi nell'altezza, la quale non si allontana dai m. 0,70 ai m. 0,80.

Il numero e la qualità dei recipienti che esse contengono, come anche il numero dei focolari, variano a seconda della grandezza della cucina. Le più piccole hanno quattro buchi per riporvi pentole e tegami, una stufa per conservare in caldo le vivande, un recipiente per l'acqua grande da 6 a 20 decimetri cubi, ed un solo focolare. Le medie hanno cinque o sei buchi, una o due stufe, uno o due forni, uno o due recipienti per l'acqua, variabili nella capacità, e un solo focolare. Le più grandi hanno fino ad otto buchi, due forni variabili in volume, due stufe, un recipiente per l'acqua capace fin di 170 litri, e due focolari.

A tutte poi si applica un tubo più o meno grande di lamiera di ferro per trasportare al di fuori della stanza i prodotti della combustione.

Le cucine a vapore si costruiscono presso a poco nelle dimensioni medesime delle cucine di ferro or ora vedute. In esse v'ha una piccola caldaja destinata alla generazione del vapore, e nella quale mettono capo dei condotti per cui esso passa a depositarsi sulle pareti dei vasi da essere riscaldati. Questi tubi poi sono muniti di chiavi per aprirli al bisogno secondo i vasi che si vogliono riscaldare.

È provato che le cucine a vapore hanno il vantaggio di comunicare ai vasi, un grado di calore tale da non alterare le vivande che si sottopongono alla cottura.

709 Latrine. — La scelta del sito per collocarvi le latrine, e la particolare costruttura delle medesime, sono fra le massime cure che aver deve un costruttore nella disposizione delle differenti parti d'un edifizio, e nell'esecuzione di tutte quelle opere che valgono a completarlo.

Per riguardo al sito, le latrine debbono essere collocate in luogo comodo, possibilmente centrale, e al tempo stesso isolate o disimpegnate.

Per riguardo poi alla costruttura debbono presentare la maggior garanzia che da esse non si portino esalazioni che si spandano per l'abitato a incomodo e danno della pubblica e privata igiene.

710 Costruttura delle latrine. — I migliori sistemi di costruttura delle latrine, sono quelli dell'architetto *Rogier-Mothes*, e l'*inglese*.

Il primo pue avere le *cloache* mobili, o murate, il secondo le usa sempre stabili e murate.

Le cloache mobili del sistema *Rogier-Mothes* consistono in due botti sovrapposte l'una all'altra esistenti in un sotterraneo, come mostra la figura 144ª. Le cloache invece stabili o murate di tutti e due i sistemi, consistono in cavità sotterranee, coi muri, la volta, ed il fondo, costrutti interamente con pietra e mattoni, murati con malta formata da calce magra e sabbia di fiume, e alle quali si dà il nome comunemente di *pozzi neri*.

La muratura di questi pozzi neri, è bene poi isolarla con uno strato di calcestruzzo o cemento, dalla terra che la investe, intonacando anche di buon cemento tutte le interne faccie, affine di rendere i muri quanto più e possibile impermeabili, particolarmente quando le condizioni di località abbiano obbligato a costruire queste *cloache* o *pozzi neri*, in prossimità alle cisterne e ai pozzi d'acqua potabile, o anche in prossimità alle cantine.

La figura 145ª ne rappresenta le cloache stabili e murate.

La differenza di codeste cloache sta tutta nella facilità di vuotare le prime con maggiore proprietà di quella non ottengasi nel vuotare le seconde, potendo quelle, allorquando sieno piene, essere trasportate senza inconvenienti di sorta da uno in altro luogo, sostituendovi al posto loro delle botti vuote.

Qualunque sia poi il sistema con cui si costruiscono le cloache, esse si mettono in comunicazione colla latrina propriamente detta, e che è la parte superiore dello cloache medesime destinata agli orifizi o sedili, a mezzo di tuba, o condotti in terra cotta o in ghisa, collocati possibilmente verticali, per ovviare agli ingorghi, che con tanta facilità vi cagionano le materie che per essi si scaricano nello cloache.

La massima differenza però dei due sistemi di *Rogier-Mothes* ed *inglese*, consiste tutta negli apparecchi usati per impedire che i gaz mefitici che si svolgono nelle cloache, ascendano per i tubi di scarico, e si spandano nelle camere d'abitazione.

L'apparecchio usato dal *Rogier Mothes* non potrebbe essere di maggiore semplicità. Esso consiste in una valvola di forma tutta partico-

lare, atta a chiudere ermeticamente i tubi di scarico, ed agenti per il solo peso dei liquidi e delle materie che vi sono scaricate.

La figura 146ª ne mostra quest'apparecchio nelle due parti A e B. Nella parte A della figura vedesi la valvola *a b*, formata a ciotola, e concava in tutta la sua superficie interna, aderente contro l'apertura inferiore *d* in causa del contrappeso *c*. Non sì tosto però le materie giungono sulla valvola, che, vinta l'azione del contrappeso, aprest girando sul perno *m* ad asse rotante sul cristallo, e disponesi come lo mostra la parte B della figura, scaricando la materia nell'orifizio H.

Ora, se le cloache sono mobili, le latrine si costruiscono come dimostra la figura 144ª.

Al disotto del pavimento delle latrine od orinaloj, disponesi una vaschetta in marmo o ghisa smaltata, a sezione triangolare come vedesi nella figura 147ª, sezione trasversale della figura 144ª, larga alla base per m. 0,30, e con l'altezza nel mezzo di sua lunghezza di m. 0,25, la quale si riempie d'acqua potabile esistente nella conserva A, a mezzo della saracinesca *n*, fino a m. 0,15 al disotto del pavimento delle stesse latrine. A mezzo poi della saracinesca *o*, si scaricano le materie e l'acqua contenuta nella vaschetta B nella botte superiore che forma la metà della cloaca, e dalla quale, traversando molti tramezzi che in essa trovansi in forma d'imbuto, e trivellati con molti buchi, la parte liquida si separa dalle materie solide cadendo nella botte inferiore.

Egli è poi facile di dividere l'una e l'altra di queste botti, o di levarle tutte e due, sostituendovi delle botti vuote.

Quando invece le cloache fossero stabili e murate, l'apparecchio di *Rogier Mothes* s'applica direttamente alla cloaca come mostra la fig. 145ª murando l'apparecchio medesimo fino al livello *s s* del pavimento, fig. 148ª, e al quale si sovrappone un vaso di ghisa portato fino all'altezza del sedile, e avente inferiormente un canale *r* per lo scolo dei liquidi sparsi sul pavimento.

L'apparecchio del sistema inglese è alquanto più complicato di quello usato dal *Rogier-Mothes*, e non è applicabile che alla sola parte delle latrine. È però in questa parte assai più perfetto, causa che, venendo le materie che si depositano nella valvola, conformato a scatola per un maggiore chiudimento del tubo di scarico, accompagnate al tubo medesimo da una quantità d'acqua che sbocca nel vaso lavandone tutto intera la sua superficie interna, questa trovasi sempre lavata e pulita, senza l'obbligo di doverlo fare appositamente di quando in quando come avviene nel sistema *Rogier-Mothes*.

Ora col sistema inglese, occorre un serbatojo d'acqua tenuto all'altezza da m. 1,50 a m. 3 dal luogo di scarico dell'acqua, formato con tavole di

rovere o larice, rivestito internamente di lastre di rame o di zinco, e della capacità dai 250 ai 300 litri per un solo vaso, una valvola con contrappeso che chiuda ermeticamente un vaso ordinariamente di ghisa con incrostature di porcellana, disposto al disotto del sedile, formato con lastra di pietra ricoperta da tavola di noce pulita a lucido, e un meccanismo atto ad aprire la valvola, e contemporaneamente il rubinetto che chiude l'uscita all'acqua del serbatojo. Questo meccanismo consiste in un'asse verticale che gira sovra se stesso col mezzo d'una manovella, che sporge dal piano del sedile, essendo l'albero ed il rimanente dello stesso meccanismo, rinchiusi in una scatola di ghisa collocata nell'interno del sedile. All'albero poi sono assicurate, una chiave o robinetto che apre e chiude l'adito all'acqua di passare dal serbatojo nel vaso posto nel sedile, ed una leva che, con un moto di va e vieni prodotto in un'asta orizzontale, apre, col mezzo d'una seconda leva, la valvola che chiude l'orifizio inferiore del vaso per l'innanzi, come già dissi d'un contrappeso che non è mai unita, come nel sistema *Rogier-Mothes* dal peso delle materie che possono cadere sulla stessa valvola.

Usando della latrina, le materie si depongono sulla valvola, da cui sono trasportate nel tubo di scarico girando la manovella che è alla destra del sedile, accompagnate da una notevole quantità d'acqua che tosto uscita dal serbatojo, percorre l'intiera circonferenza del vaso, sboccando nel medesimo con un movimento di rotazione, valevole a farle percorrere e lavare tutta l'interna superficie dello stesso vaso.

Con questo sistema poi si ha il vantaggio di lasciare costantemente sopra la valvola, una quantità d'acqua valevole a chiudere più perfettamente la linea di congiunzione della valvola con l'orifizio inferiore del vaso, e la quale è precisamente tutta quella che trovavasi sboccata nel serbatojo o girando attorno al vaso stesso, nel momento che un giro rovescio della manovella, ha chiuso valvola e robinetto.

Entrambi i due apparecchi, *inglese* e di *Rogier Mothes*, si possono applicare nelle latrine dei differenti piani d'una casa, usando tubi di scarico in terra cotta, e meglio ancora in ghisa internamente smaltata, incastrati l'uno nell'altro, e incassati nel muro a modo che rimangano isolati nell'incassatura, per cui si sostengono con inginocchiature di ferro.

A meglio raggiungere lo scopo della buona costruttura delle latrine, quello cioè d'impedire che i gaz mefitici che si svolgono nel serbatojo sotterraneo delle materie fecali, ossia nel pozzo nero, ascendano pei tubi di scarico e si spandano negli ambienti d'abitazione, è consigliato sanamente dalla pratica di stabilire un tubo di comunicazione fra l'aria esterna e l'interno degli stessi pozzi. Questo tubo detto comunemente *tubo esa-*

latore ha per compito, di aspirare, durò così, gli stessi gaz dall'interno del pozzo nero, disperdendoli nell'atmosfera al disopra del tetto della casa, in cui esso si fa terminare

Perchè meglio però esso raggiunga il proprio compito, è bene che per tutta la sua lunghezza, o per una sua porzione, sia collocato in vicinanza ad un cammino o ad una stufa, o almeno alla loro canna, per così riscaldarne l'aria che vi si contiene, e rarefarla per modo da innalzarla nell'atmosfera, aspirando l'aria del pozzo nero, e con essa i gaz che vi si svolgono Per tal modo i tubi di scarico che mettono in comunicazione lo stesso pozzo nero con l'ambiente in cui è collocato il sedile della latrina, oltre che favorisceno meglio il compito dello stesso tubo esalatore, non conducono più come sempre avviene nella mancanza di questo, i gaz mefitici dal pozzo nell'ambiente, causa la maggiore rarefazione dell'aria dell'ambiente a petto di quella del pozzo nero, o la maggior temperatura di questo.

711. Parafulmini. — I parafulmini, meglio che opere di completamento, si direbbero opere di sicurezza, valendo essi a salvare tante gli edifizi che le persone che li abitono dai danni della folgore

Siccome però è certa la loro azione di difesa allorquando siano ben costruiti, così stimo i parafulmini anche opere di completamento, non potendo il costruttore trascurare di fissarli particolarmente in quegli edifizi che s'elevano notevolmente dal suolo.

Ora i parafulmini constano di due parti, d'un'asta cioè o spranga di ferro acuta in punta e in sul pezzo, oppure in più pezzi l'uno vitato nell'altro, nel quale caso è vuota, e d'un conduttore.

L'asta è prismatica o cilindrica, lunga variabilmente dai 2 ai 6 metri, e con diametro alla base dai 2 ai 3 centimetri. La punta dell'asta lunga dai 2 ai 6 e 7 centimetri, e col diametro di base di circa 2 centimetri, si fa di rame dorato, oppure di platino, affine d'ovviare all'ossidazione della punta, e facilitare il deflusso dell'elettrico dalle nubi alla terra

La punta di rame si vita all'asta di ferro come due altri pezzi in ferro della stessa asta, la punta invece di platino si attacca all'asta con una saldatura d'argento

Il conduttore è formato da due fili di ferro galvanizzato, attortigliati fra loro, oppure, e meglio, da due fili di rame attortigliati onde essi, e i quali congiunti sempre alla base dell'asta a cui s'avvolgono a spirale, si fan discendere lungo il muro, fino agli strati umidi del suolo o alle acque d'un pozzo

712. Costruttura dei parafulmini. — I parafulmini si costruiscono assicurando l'asta, o ad un pilastro in muratura detto torrino, costruito sopra uno dei muri della casa, alto per m. 1,50 e conformato a tronco

di piramide a sezione quadrata, e ricoperto da un capello di pietra naturale grossa dai 5 ai 7 centimetri, nel mezzo della quale passa l'asta, oppure direttamente alla travatura del tetto, fermandolo a mezzo di staffe, e più particolarmente, o nel monaco d'un cavalletto, o nello stesso comignolo e negli arcarecci.

Fissando l'asta però direttamente nel tetto, la sua lunghezza, e la sua grossezza alla base, debbono essere più grandi di quello non siano ove si assicuri sul *torrino*, la cui altezza si calcola d'ordinario come lunghezza dell'asta.

Il conduttore poi si fissa alla base dell'asta nella parte che di essa rimane libera, avvolgendolo ripetutamente, come già dissi, alla base medesima, e fattolo scorrere sul tetto e fino alla grondaja, sempre però discosto dall'uno e dall'altra per m. 0,40, e a mezzo di piastrini in muratura o con aste di ferro verticali, si dirige verso il suolo facendolo scendere lungo il muro della casa, dal quale si tiene anche discosto per circa 1 o 2 centimetri, a mezzo di occhi di ferro, infissi nel muro alla distanza di 2 in 3 metri l'uno dall'altro, e fino a 2 o tre metri d'altezza dal suolo, che per evitare qualunque pericolo, e qualunque manomissione s'incassa nello stesso muro.

Giunto a terra il conduttore, s'interna in essa per 2 o 3 metri fino a raggiungere, o gli strati costantemente umidi del terreno, oppure un pozzo discosto dalla casa per 3 metri, e in fondo al quale o si raccolgono le acque pluviali dei dintorni per tenerlo costantemente umido, oppure vi si gitta uno strato di carbone di legna dolce, avvertendo sempre, e in qualunque caso, di congiungere all'estremo del conduttore parecchi fili di rame acuminati, che appunto per facilitare sempre più la dispersione dell'elettrico, diconsi dispersori.

Il pozzo di scarico, si scava fino ad una profondità non minore di 2 metri, e con sezione tanto grande da potervi lavorare un operajo, massimamente quando per la natura delle terre, si sia obbligati a formargli una camicia in muratura. Esso poi si ricopre o con piccola vòlta, o con lastra di pietra, facile però a levarsi, per ogni riparazione che si riconosca necessaria.

713. Cautele da aversi nella costruttura dei parafulmini. — Le principali cautele da aversi nella costruttura dei parafulmini, a parte le avvertenze che si desumono direttamente dal sistema generale di costruttura studiato or ora, si possono ridurre alle tre seguenti:

1) Che le diverse spranghe esistenti sullo stesso edifizio da difendersi siano fra loro tutte congiunte con fili conduttori;

2) Che le singole parti in metallo esistenti sull'edifizio, come coperture metalliche, intelajature metalliche per i lucernai, doccie ecc.,

siano congiunti in varii loro punti con fili metallici agli stessi condattori;

3) Che infine per ogni due spranghe, o al più tre, vi sia un conduttore sino al terreno per così facilitare il deflusso dell'elettrico

714 Numero delle aste da collocarsi in un edifizio — Ammesso che l'azione di difesa d'un'asta di parafulmine, si estenda ad una superficie circolare di raggio lungo il doppio dell'altezza dell'asta, ne consegue che la massima distanza a cui possono trovarsi due aste di parafulmine non deve mai sorpassare il quadruplo della lunghezza dell'asta usata.

A risparmio quindi del numero delle aste da fissarsi in un edifizio, devesi curare di stabilire i parafulmini nei punti più elevati dell'edifizio stesso e possibilmente i più centrali, per avere così un circolo d'azione maggiore, e per abbracciare nello stesso circolo, l'intiera estensione dell'edifizio.

Quando i punti più elevati fossero gli estremi dell'edifizio, è facile intendere che i parafulmini ivi stabiliti avendo un mezzo circolo d'azione fuori dell'edifizio medesimo, lasciano questo scoperto di difesa per una estensione più o meno grande in lunghezza, secondo la lunghezza stessa dell'edifizio e l'altezza dell'asta. È perciò che stabilendo i parafulmini agli estremi d'un edifizio, il numero di essi è sempre più grande di quello che sarebbe ove si stabilissero nei punti centrali

715 Radicamenti e legati — I *radicamenti* e *legati* sono opere a lavori di consolidamento fatti nei muri d'un edifizio, affine di meglio concatenarli fra loro, ed ovviare in parte agli effetti delle spinte orizzontali che i muri stessi potrebbero soffrire

I primi consistono in travi di legno o ferro collocati orizzontalmente nelle parti più elevate di ciascun piano d'un edifizio, superiormente alle aperture e uniti fra loro con piattine di ferro, come mostra la fig 149ª se i travi sono di legno, o con bolzoni di ferro, o con cerniere, come mostra la fig 150, se le travi sono in ferro, quando le travi stesse s'incontrano o nel loro prolungamento, oppure ad angolo perchè poste in muri differenti

I radicamenti in ferro, sono preferiti a quelli in legno, sia per il più piccolo volume che essi comportano, facendosi con sezione trasversale di centimetri 1,50 per 2,50, sia per la loro maggior durata, non mancando il legname, a lungo chiuso nelle pareti, di marcire, e lasciare nel muro stesso un vuoto che può compromettere la stabilità dell'edifizio

Quando però non si potesse a meno d'usare radicamenti in legname, si dovranno involvere con una a due mani d'asfalto, e allontanarli dalle canne dei camini, per così ovviare ad ogni pericolo di loro più pronta distruzione

I secondi poi, ossia i *ligati*, sono sempre in pietra da taglio, e si impiegano unicamente negli angoli degli edifizi, e in generale dove due muri s'incontrano, collocandoli a modo che essi penetrino egualmente nei due muri, affine di concatenarli maggiormente, e impedire per qualunque causa la loro disgiunzione.

716. Allacciature o chiavi o catene in ferro. — Anche queste allacciature, si fanno allo scopo di consolidare maggiormente un edifizio, opponendosi col loro mezzo alla disgiunzione dei muri, sia per causa della spinta che le vôlte producono costantemente sui loro piedritti, sia per qualunque altra causa accidentale, come in particolar modo i movimenti ondulatori che producono nei muri d'una casa le scôsse di terremoto.

Quantunque non pochi maestri nell'arte, e primo fra questi il celebre *Barozzio da Vignola*, abbiano sempre mai inculcato di sfuggire l'impiego di siffatte allacciature, massimamente nelle nuove costruzioni nelle quali la stabilità devesi unicamente ripetere dalle giuste dimensioni date alle parti tutte componenti le varie opere che costituiscono un edifizio, pure, vogliasi in considerazione del moderno sistema di costruttura, che il quale ha vantaggiosamente sostituite le forme svelte e sottili, alle enormi grossezze dei muri e d'ogni altra opera in generale delle antiche costruzioni, come saggiamente osserva il *Curioni* nella sua, più volte citata opera *L'arte di fabbricare*, vogliasi in riguardo al buon servigio che esse rendono alla stabilità d'un edifizio, massimamente se costrutti in località scôsse di frequenti dal terremoto, servigio che male viene soventi volte ricompensato dalle enormi grossezze che pur si danno ai muri, particolarmente quando nella costruttura di essi si sia impiegato la malta di calce grassa, a parte ancora la considerazione della maggiore spesa per l'impiego della maggior quantità di materiale, io non mi starò, per quanto lieve possa essere ed apparire il mio consiglio, di raccomandare l'uso di coteste allacciature, particolarmente in ferro, confortandomi nel consiglio stesso le maggior stabilità che riscontrai per le malaugurate scôsse di terremoto avvenute in Forlì per più di 10 mesi, dal 30 ottobre di quest'anno in poi, nelle case che qui erano allacciate in ferro.

Ora queste allacciature, come già dissi, o sono per i piedritti delle vôlte, o per le piattabande, o per le cupole, o infine per i muri delle case.

Le allacciature in ferro, così dette *chiavi* o *catene*, per i piedritti delle vôlte, si collocano orizzontalmente facendo penetrare gli estremi nei due fianchi della volta o dell'arco, e precisamente nei loro punti di rottura, punti che apprenderemo meglio a conoscere nel *Libro Settimo*, sebbene sia massima inveterata fra i costruttori di collocarle al terzo della

saetta delle vôlta a partire dalle imposte. Gli estremi poi di queste catene terminano in asole ad occhi fatti a bella posta, allo scopo di far passare in essi delle lunghe verghe chiamate *paletti* o *bolzoni* che si stringono a forza con zeppe di ferro battute, e che s'appoggiano per buon tratto lungo le faccie esteriori dei fianchi delle vôlta.

Spesso gli estremi delle catene, o i bolzoni che le stringono al muro, si allogano e si nascondono in scanalature appositamente praticate nello stesso muro, e che si cuoprono esternamente con un intonaco murale, per toglIere così alla vista il cattivo effetto dei lunghi *paletti* appoggiantisi al muro stesso. Quando poi si volesse anche togliere alla vista l'effetto delle catene traversanti le volte o gli archi, senza però tralasciare l'impiego delle medesime, si potrebbe adoperare il sistema delle catene quale lo riporta dal *Curioni* (volume *Delle costruzioni civili, stradali e idrauliche*) nella figura 151ª.

Le allacciature per le piattabande differiscono secondo che servono per piattabande costrutte in pietra da taglio, o in piccoli materiali. Nel primo caso le *chiavi* o *catene* sono due, collocate orizzontalmente entrambe nelle faccie verticali della piattabanda, e per modo che ciascuna di esse entri in una scanalatura praticata nelle stesse faccie verticali di ciascun cuneo, mano mano che questi si posano per costruire la vôlta. Gli estremi poi di queste chiavi, si protraggono al di là delle imposte, per così mantenere in opera le chiavi stesse a mezzo di paletti o bolzoni infissi nei piedritti, e attraversanti gli occhi in cui terminano le chiavi. Nel secondo caso, e quando cioè le chiavi servono per piattabande costrutte in piccoli materiali, esse si collocano ancora orizzontalmente, ma nel mezzo del muro e più verso l'intradosso che all'estradosso.

Le allacciature per cupole si sostituiscono più d'ordinario con cerchioni o cinture di ferro, composte di molte spranghe di ferro incurvate e annodate o congiunte l'una con l'altra, con connessione così detta a *tanaglia con zeppe*, inserite come mostra la figura 152ª. Anche queste cinture, come le chiavi per le vôlte, si pongono meglio nei punti di rottura di quelle non più il terzo della saetta della cupola, a partire dalla imposta, come per per esse consigliano non pochi costruttori.

Le allacciature infine o catene per muri di casa o di altri edifizi, si collocano orizzontalmente e tanto nel senso della lunghezza che della larghezza della casa, alla massima altezza d'ogni piano, e sempre ad eguale distanza dagli angoli delle stessa casa già concatenati fra loro sia con *ligati*, sia con *radiciamenti*. Queste catene poi si pongono attraverso i solaj e pavimenti dei differenti piani, e si protraggono fino alla faccia esterna dei muri, ove si ritengono o con bolzoni che attraversano a forza, e stretti da zeppe battute, gli occhi o le asole che si formano prece-

dentemente negli estremi delle stesse catene, oppure con una piastra circolare di ghisa, la quale viene fortemente serrata contro la muratura a mezzo d'apposita chiavarda c, avendo prima lavorato a vite le estremità della stessa catena, come mostra la figura 153ª.

717. Intonachi. — L'ultimo lavoro che vale a vero dire a completare un edifizio, abbellendolo al tempo stesso, è questo degli intonachi, strati di malta cioè, cemento, mastice, o bitume di cui si ricoprono le superficie dei muri, delle vôlte, e dei soffitti, per renderle unite e per difenderle dall'umidità e dalle intemperie dell'aria.

Gli intonachi si distinguono secondo che si danno ai muri o ai soffitti delle abitazioni ordinarie e comuni, oppure a quelli che possono deperire per l'umidità circostante, o infine ai muri e soffitti delle case signorili, delle sale da teatro, e a tutti quelli che comportano decorazioni ed ornamenti architettonici. Si possono quindi dividere in *intonachi ordinarii*, *intonachi per luoghi umidi*, ed *intonachi di lusso*.

718. Intonachi ordinarii. — Gli intonachi ordinarii si costruiscono più spesso con due strati, detti il primo *rinzaffo*, il secondo *arricciatura* o *ristabilitura*. Non è raro però che si sopprima uno di questi strati, o che ad essi se ne sovrapponga un terzo, a cui si dà il nome di *scialbo*.

Il *rinzaffo*, si forma con malta alquanto più grassa, assai più ricca di calcina di quello non sia la malta dell'ordinaria muratura, preparata dieci a dodici mesi prima, e si eseguisce dopo aver scalzato con un ferro appuntato, e pulita e bagnata la superficie che la deve ricevere, distendendo sulla superficie medesima uno strato di questa malta alto da millimetri 8 o 10. Ove sul rinzaffo non si distenda altro strato di intonaco si conguaglia lo meglio con la cazzuola, o si confricca con un dado di legno detto *fratazza* per renderne la superficie quanto più è possibile liscia e regolare, inumidendo il rinzaffo con dell'acqua spruzzatavi con un pennello, mano mano che si confricca.

Ove invece sul rinzaffo debbasi distendere l'arricciatura, devesi esso lasciare a superficie scabra e irregolare, per così meglio collegarlo collo strato d'arricciatura, curando sempre però che esso non presenti nè bolli, nè crepolature ed altri somiglianti difetti.

L'*arricciatura* si fa o sui rinzaffi, o direttamente sui muri, e con malta sempre meno grassa ma con sabbia finissima, dovendo questo strato dopo un'opportuna confricazione col fratazzo, presentare una superficie assai regolare e molto levigata.

Se l'arricciatura si distende sul rinzaffo, questi deve essere bene asciugato prima di riceverla, se poi si distende direttamente sui muri, siano vecchi o nuovi, essi debbono essere bene asciugati internamente, debbono avere le superficie bene nettate dalla terra, e dalla malta che

abbia patito, od essere bagnati nelle stesse superficie perchè l'asciugamento della malta e di tutto lo strato, avvenga quanto più regolarmente.

Ovunque si distenda l'arricciatura, essa non sarà mai più alta d'uno strato di rinzaffo, e asciugata che siasi si conguaglierà con la cazzuola, e si confricherà collo sparviere di legno o col frattazzo fino a renderne la superficie il più che sia possibile liscia e levigata.

Perchè poi tanto il rinzaffo che l'arricciatura si compiano il meglio possibile, è d'uopo stabilire, precedentemente all'uno e all'altra, delle liste verticali di malta nella superficie a intonacarsi e alte o grosse per quanto è la grossezza dello strato d'intonaco che si desidera, e le quali servono siccome di guida nel distendere il rimanente strato di rinzaffo o arricciatura in tutta la superficie a ricoprirsi d'uno o d'entrambi questi strati.

Le stagioni più adatte per procedere a questi intonachi ordinari, sono quelle d'autunno e primavera. L'inverno, come l'estate, a causa i grandi freddi, o gli eccessivi calori, fanno screpolare l'intonaco, e gli danno brevissima durata. Ciò però per gli intonachi fatti all'aperto, ossia nelle superficie esterne dei muri delle case. Gli intonachi nell'interno degli edifizi possono farsi in qualunque stagione.

Quando infine fosse ad intonacarsi un muro vecchio e corroso nella superficie, prima dell'intonaco devesi procedere alla *rinzeccatura*, la quale consiste nel distaccare col piccone o colla martellina quelle parti superficiali che mostrassero deterioramento, e dopo pulita e spazzata la parte del muro che rimane, umettarla abbondantemente, ed applicarvi una spoglia di malta intarsiata di scaglie di laterizi o pietre naturali a modo da ridurre la superficie al primitivo strato.

Lo *scialbo*, che è come dissi già il terzo ed ultimo strato di cui si compongono alcune volte gli intonachi, è formato con malta fina e passata al crivello. Esso si eseguisce per sottilissimo strato sull'arricciatura, e si confricca con modano di legno piano o conformato alle convenienti sagome, ove lo scialbo s'applicasse a superficie *centinate*, come sono le cornici.

719. Intonachi per luoghi umidi. — Gli intonachi per pareti esposte in luoghi umidi, o alle infiltrazioni dirette dell'acqua sono parecchi. Tutti però si formano con due strati, ai quali comunemente si dà il nome di *rinzaffo* al primo, e di *scialbo* al secondo.

Fino a che l'umidità non sia notevole, è buon intonaco il seguente. Si distende sulla parete a intonacarsi un *rinzaffo* di malta cementizia dello spessore di 1 a 2 centimetri e mezzo, e tosto che si riconosca bastantemente solidificato da non cedere più ad una leggiera pressione, essendo però sempre ancora umido, vi si distenda sopra lo *scialbo*, formato con l'eguale malta, e per uno spessore da 1 a 3 millimetri, e

quando comincia a diventar secco si conguagli prima con forza col dosso della cazzuola, e poscia con un frattazzo di metallo, o con un ciottolo piatto e liscio fino a che lo stesso scialbo siasi ben consolidato. In quest'operazione però si avverta sempre di turare le fessure che si manifestano, massimamente nel principio di essa.

Quando poi l'umidità fosse notevole, e a parte gli intonachi studiati nel *Capitolo XII* del *Libro Primo* per difendere dall'umido, particolarmente i muri e le loro pareti, eccone qui alcuni altri utilissimi in parecchie circostanze.

a) *Intonaci di cemento.* Questi si distendono con la cazzuola sulle pareti, prima pulite e bagnate, per uno strato variabile da 1 a 2 millim., lisciando poi subito lo strato disteso con la stessa cazzuola e meglio col ciottolo, e ricoprendo con tele o stuoje gli strati eseguiti, per così ripararli dall'aria e segnatamente dal sole, fino a che si siano perfettamente asciugati. Si avverta che ove si manifestassero crepolature sulle pareti intonacate, o una qualche porzione desse segno di non aver fortemente aderito alla parete, è d'uopo demolire tanto la parte screpolata quanto quella che non ha aderito, per rifare l'una e l'altra con le maggiori cautele perchè aderiscano alla parte che rimane in opera.

b) *Intonaco di mastice di Vauban.* È questo un mastice utilissimo per intonacare pareti esposte costantemente all'acqua. Esso si compone nel seguente modo: si mescolino 5 o 6 parti di calce viva spenta con olio, con dieci parti di pozzolana fina, e si batta il miscuglio col pestello per 5 o 6 ore, dopo di che si lascierà in riposo per un'intera notte. L'indomani si ribatta per una buona mezz'ora, e immediatamente si applichi in sei strati, distesi successivamente l'uno sull'altro per grossezza ciascuno di m. 0,003 a m. 0,004, avvertendo d'applicare il primo strato sul muro raspato al vivo e perfettamente pulito, conguagliando in esso il mastice col mezzo della cazzuola, il secondo sopra il primo, e dopo tre o quattro giorni che questo sarà stato in riposo; il terzo sul secondo dopo l'eguale intervallo di tempo, e così degli altri fino al sesto che si lascierà col ciottolo fino a che si sarà ben asceiuto.

c) *Intonaco romano.* È questo vantaggiosissimo per stagnare le infiltrazioni che si presentano nei muri che cingono conserve d'acqua.

Io lo dico *romano*, sapendolo notissimo a Roma, e trovandolo, quale io lo riporta, nell'opera dell'ottimo ingegnere *Nicola Cavalieri San Bertolo* dal titolo *Istituzioni d'architettura statica e idraulica*. Esso si prepara mescolando eguali quantità di pece liquida e di sevo, e facendo bollire il miscuglio in una pentola o caldaja finchè sollevi le schiuma.

Levato allora il vaso dal fuoco, e lasciato raffreddare il miscuglio, si infonderà in esso, e a poco a poco, della calce viva in polvere, rimenando

il tutto ben bene e fino a formarne una pasta di giusta consistenza, la quale introdotta e compressa nelle crepalature dei muri, chiuderà l'adito all'acqua.

720. Intonaci di lusso — In questi intonaci sono comprese tanto le incrostature che si fanno sulle pareti con lastre di marmo, od altre pietre naturali, quanto le stuccature sulle stesse pareti, e sulle modanature architettoniche.

L'incrostatura si fa con pietre d'eguali dimensioni pulite a lucido nella superficie apparante, scabra nella superficie che si sovrappone al muro, e a pelle piana, nelle superficie di contatto con le altre pietre. Essa poi si eseguisce per filari orizzontali a partire dal basso della parete murando ciascuna lastra con buona malta di calce grassa, e fermando ciascuna lastra medesima al muro cui si sovrappone, con ramponi di ferro incastrati nel muro stesso per un estremo, e a mezza grossezza della lastra nella superficie superiore di contatto con le lastre del secondo filare, per l'altro estremo.

Ove l'estremo del rampone che s'incastra nella lastra sia sporgente a modo da non permettere il perfetto combaciamento delle lastre d'un filare superiore sopra quelle del filare immediatamente inferiore, debbonsi scolpire degli incavi a mezza grossezza nelle lastre dello stesso filare superiore, e tali da poter contenere la sporgenza dell'estremo del rampone di ferro e combaciare sempre perfettamente sulle lastre inferiori.

Ove le lastre d'ogni filare fossero molto larghe converrebbe fermarle con ramponi anche nelle superficie laterali di contatto.

La stuccatura poi si fa differentemente e con materiali diversi, secondo la destinazione ultima del lavoro, e secondo che debba o no apparire lucida.

Quando la stuccatura debba farsi a lucido e sulle pareti, si può comparire con uno dei due seguenti modi:

a) disteso sulla parete a intonacarsi un primo strato di gesso impastato con acqua di colla, si sovrappone a questo un altro strato, ma più sottile, di gesso speculare, ossia scagliola, impastato colla stessa acqua di colla, e frammischiandovi ocra gialla, rossa, o qualsiasi altro colore che piacesse far apparire nella intonacatura. Asciugato che siasi questo secondo strato, si lucida prima con sabbia, indi con pomice e acqua, e finalmente con olio per ottenere il lucido brillante.

b) Il seguente modo di ottenere le intonacature di stucco lucido è assai più economico del precedente, tanto per il tempo in cui si compie, quanto per la spesa di sua costruttura. Ad esso si procede, distendendo con la cazzuola sul muro da intonacarsi, uno strato di malta alto per 2 a 3 millimetri, e formata con polvere di marmo, calce, sabbia

finissima, e una piccola quantità di ocra rossa o gialla per imitare il fondo del marmo che si desidera. Su questo strato si dipingono poi a fresco con un pennello, quelle venature che meglio imitano il marmo che vuolsi rappresentare, e se ne liscia quindi la superficie con un ferro caldo fino ad ottenere il lucido brillante del marmo.

Quando poi vogliasi un intonaco senza lucido bisogna procedere nel seguente modo. Eseguito un rinzaffo nelle pareti a intonacare, col metodo degli intonachi ordinarii, tosto asciugato convenientemente, vi si applica una specie d'arricciatura alta per 6 od 8 millimetri, e con malta formata con polvere di marmo, calce grassa e sabbia finissima come quella usata per lo stucco a lucido, lisciando il più che si può questo strato d'arricciatura col rovescio della cazzuola. Asciugato l'intonaco vi si applicano uno o due strati di colla forte per meglio indurirne la superficie, e renderla anche meno assorbente, e quindi degli strati di vernice ad olio o biacca, coi colori che si desiderano.

Quando in queste pareti si vogliono imprimere degli ornati, o altre decorazioni, queste vi si formano con matrici o tavolette di legno duro, le quali si sovrappongono su quella porzione di stucco fresco disteso sulla parete a forma grossolana della decorazione a rappresentare, battendole sulla porzione medesima per conseguire l'impressione fino alla profondità che si desidera, e che d'ordinario non è più di 4 a 6 millimetri.

Capitolo IX

Riscaldamento, ventilazione, illuminazione, e distribuzione delle acque nelle costruzioni civili.

721. Considerazioni generali. — Il bisogno di riscaldare e ventilare gli appartamenti d'abitazione, e gli edifizii pubblici in generale, è così fortemente sentito, che non v'ha di presente costruzione civile la quale s'innalzi per dimora stabile e per ritrovo degli uomini, che non abbia gli apparecchi necessarii all'applicazione di quello dei tanti metodi che si conoscono, e che fu stimato il più adatto per riscaldare e ventilare.

E come per il riscaldamento e la ventilazione, così anche per l'illuminazione e la distribuzione delle acque, non è raro si trovino nello stesso edifizio gli apparati necessarii a illuminare i maggiori ambienti, e distribuire le acque in quelli altri, in cui, o per servizio delle aziende domestiche, o per bisogno d'igiene possano essere richieste, risparmiando così la fatica e i lavori tutti a cui obbligano tanto la preparazione e

governo dei lumi, quanto il bisogno d'attingere cogli ordinari mezzi, e dai pozzi o cisterne, notevolissime quantità d'acqua.

Gli apparati necessari per illuminare e distribuire le acque tanto nei pubblici, che nei privati edifizi sono limitati a tubi convenientemente distribuiti lungo le pareti e i soffitti delle camere, come meglio dirò in avanti. Non così però degli apparecchi per il riscaldamento e la ventilazione, e i quali variano al variare dei differenti metodi applicati, sia in considerazione alla destinazione ultima degli edifizii, sia in considerazione all'entità della spesa che ciascun metodo comporta.

A meglio quindi guidare il perito costruttore tanto nella scelta dei metodi per il riscaldamento e ventilazione, quanto nella generale disposizione e costruttura degli apparecchi necessari a riscaldare e ventilare non solo, ma illuminare ancora e distribuire le acque nelle costruzioni civili, eccomi allo studio particolare di questi differenti metodi ed apparati, studio però che compiro brevemente, non consentendomi lunga estensione lo scopo stesso di questa pubblicazione.

722 Riscaldamento. — I metodi finora conosciuti per riscaldare le costruzioni civili, si possono ridurre ai cinque seguenti:

1° riscaldamento con camini,
2° riscaldamento con stufe,
3° riscaldamento con l'aria calda,
4° riscaldamento col vapore,
5° riscaldamento con la circolazione dell'acqua calda.

723 Riscaldamento con camini. — I camini sono focolari aperti nelle pareti delle camere a riscaldarsi, e sormontati da una *canna* o *gola*, dalla quale sfuggono i prodotti gassosi della combustione.

Quantunque siasi di presente modificata la costruttura dei camini, per modo da ritrarre la maggior quantità possibile del calorico che si svolge nella combustione, pure ritengonsi tuttora incapaci di utilizzare più del 1/4 dello stesso calore, e purchè si bruci un combustibile, come il coke o carbon fossile, di notevolissimo potere calorifico, causa la notevole quantità d'aria che essi richiamano, e la quale sfugge per buona parte nell'atmosfera, trasportando seco moltissima parte del calorico svoltosi nella combustione.

Bruciando le legna, come comunemente si usa nei camini ordinarj, la parte di calorico utilizzata non giunge al 1/15 di quello svolto nella combustione.

Gli inconvenienti principali di questi camini, sono: 1° di richiamare grandissima quantità d'aria non tutta necessaria alla combustione. È ammesso che nei camini ordinarii passi 100 metri cubi d'aria per ogni chilogrammo di legna bruciata, e 60 metri cubi per lo meno nei camini

i meglio costruiti; 2° di alimentare la combustione con aria sempre fredda, la quale oltre allo sciupare una considerevole quantità del calorico prodotto dalla combustione per potersi elevare nella canna del camino e agevolare il tirante del camino stesso, produce al livello del suolo, delle correnti d'aria incomode e nocive alla salute; 3° infine di non agevolare l'irradiazione del calorico prodotto dal combustibile, nel locale in cui essi sono stabiliti.

A questi grandissimi inconvenienti, *Rumfort*, ha suggerito di rimediare: 1° col restringere la parte inferiore del camino, per modo da limitare lo spazio per cui l'aria può sfuggire senza incontrare il combustibile. In proposito a ciò, è consigliato saggiamente di stabilire un registro o valvola di lamiera di ferro alla bocca inferiore del camino, e il quale oltre a regolare il tirante del camino stesso, chiude l'orifizio della canna in caso d'incendio, o s'oppone alla dispersione del calorico per la stessa canna, quando non siavi che della brugia; 2° coll'alimentare la combustione con l'aria che venuta dal di fuori, ha già circolato in una cassa di lamiera di ferro o muratura che involve il frontone e le pareti laterali del focolare, dove ha subito un conveniente grado di riscaldamento. È bene però osservare che quest'aria non giunga troppo riscaldata alla bocca del focolare, e alla stanza, e che nell'entrare nella stanza medesima passi a contatto di un vaso contenente dell'acqua e posto in prossimità alla bocca del tubo o della cassa da cui sorte l'aria, per così mantenere nell'aria della stessa stanza, quel certo grado d'umidità che più si conviene alla sua temperatura; 3° infine coll'approfondire poco nel muro il focolare, squarciare ed allargare le pareti laterali e la superiore al davanti dell'orifizio della canna, per così inviare nella camera in cui è stabilito il camino, i raggi colorifici che vengono ad incontrare le stesse pareti, rivestendo per ciò appunto e il fondo e le ricordate pareti con intonaco di materia bianca e capace di un bel pulimento.

Le dimensioni dei camini variano nelle due parti di cui essi si compongono, *focolajo* cioè, e *canna*, secondo la grandezza della camera in cui si stabiliscono.

Al focolajo suolsi d'ordinario dare un'apertura dai m 0,80 ai m 0,90, dai m 1,14 ai m 1,30, e dai m 1,60 ai m 1,90 secondo che i camini si stabiliscono in camere piccole, mezzane, o grandi.

Alla canna poi si danno dimensioni in corrispondenza o sezioni dai 4 agli 8 decimetri quadrati per camere piccole o mezzane, e dai 25 ai 36 decimetri quadrati per camere grandi, e destinate a ricovero molte persone. La stessa canna però nella parte inferiore ove si unisce al focolajo, ossia nella *gola*, suolsi fare sempre a tronco di piramide colla base inferiore eguale alla sezione superiore del focolajo, e colla superiore

uguale a quella della canna. La distanza poi fra queste due basi, ossia l'altezza del tronco di piramide, si fa più o meno grande secondo le dimensioni dello stesso focolajo

La muratura dei camini particolarmente nelle canne, si costruisce con malta di calce e sabbia fina, se la temperatura dell'aria ascendente non supera i 300°, e con malta di gesso se la stessa temperatura raggiunge appena 100°

In generale il buon tirante d'un camino, è in relazione diretta coll'altezza delle canne. Non è credere però che questa non abbia un limite, dacchè ove fosse estremamente grande riescirebbe notevole l'attrito provato dalla colonna dell'aria calda nel suo moto ascensionale, e questa diminuendo nella sua velocità e temperatura, massimamente nell'estremo della canna stessa, non effluirebbe più nell'atmosfera con velocità tale da richiamare nell'interno della canna una colonna d'aria fredda capace di promovere sempre un buon tirante

I camini delle officine meccaniche, e i quali ci possono servire di termine di confronto relativamente al tiraggio o tirante bonissimo, che in essi è richiesto, non s'elevano mai nè meno di 12, nè più di 30 metri. È a dire però, che il tiraggio stesso è in parte anche modificato dalla sezione della canna, la quale se è troppo piccola, può essere insufficiente a dar libero passo ai prodotti tutti della combustione, e offrire così cagione di fumo; se troppo grande, può diminuire la velocità della corrente d'aria calda, e permettere che si stabiliscano due correnti, una ascendente, discendente l'altra, e la quale ultima, trascinando seco una parte della prima, cagionerebbe anche essa del fumo nella camera ov'è stabilito il camino

Spesso poi la canna, è siffattamente breve per favorire il tirante, che comunque si modifichi la sezione, in base al principio generale sui fluidi che essa è in ragione inversa della velocità, non si riesce a correggere il notato difetto. In simil caso è d'uopo aumentare la canna sia con un torrino in mattoni, detto volgarmente fumajolo, sia in lamiera di ferro, da ricoprirsi poi entrambi, e da un cappuccio girante disposto in modo che la sua apertura, o bocca d'efflusso del fumo, si volti sempre dalla parte opposta a quella secondo cui soffia il vento, o da un cappello che copre la canna senza chiuderla, o infine da una lastra mobile di ferro disposta in modo da chiudere la stessa apertura del fumajolo, sempre però verso quella parte da cui arriva il vento. Il fumajolo poi siccome serve anche ad impedire che la pioggia penetri nella canna, e ad allungare la canna stessa per far sì che il fumo s'innalzi al di sopra degli edifizi circostanti, si costruisce in tutti i cammini ordinarii.

724. Riscaldamento con stufe. — Le stufe sono camini a focolare

chiuso, costituiti in lamiera di ferro, in ghisa o in terra cotta, a forma di parallelepipedo, o di cilindro.

Esse si stimano più economiche dei camini ordinari, ma sono di questi meno apprezzati, e certo meno salubri, e perchè non danno il conforto della presenza del fuoco, e perchè scaldano di tanto la temperatura delle camere da eccedere per modo il suo potere assorbente, da soddisfarsi a spese dei corpi umidi che circondano le stufe, e specialmente degli organi esterni, e dei polmoni delle persone.

Le stufe si stabiliscono o in vicinanza alle pareti, o appoggiate anche a queste nelle camere da riscaldare, e sono congiunte, ordinariamente nella parte posteriore, ad un tubo in lamiera di ferro che trasporta nell'atmosfera i prodotti gassosi della combustione.

Questo tubo poi, come anche la bocca del focolare, sono chiusi, il primo da una valvola mobile, la seconda da uno sportello di ferro, allo scopo di regolare a piacimento l'aspirazione della stufa.

Le stufe si costruiscono secondo due sistemi, o per modo cioè da riscaldare l'ambiente in cui sono stabilite colla sola irradiazione del calorico direttamente dalle pareti di esse; oppure a mezzo di quest'irradiazione e d'una corrente d'aria che viene nell'ambiente dopo essere stata riscaldata in apposite casse che sono entro la stufa.

Col primo sistema, la combustione nelle stufe è alimentata dall'aria esterna o interna dell'ambiente a riscaldarsi; col secondo invece la combustione nella stufa è alimentata da una corrente d'aria, che si spande nell'ambiente dopo d'essere stata già riscaldata in apposite casse che circondano il focolare, e che d'ordinario, e preferibilmente, si prende dall'esterno dell'ambiente a riscaldare, per così sostituire nell'interno dell'ambiente stesso, quella quantità d'aria consumata dalla combustione, e provvedere ad un tempo al riscaldamento, e alla ventilazione col rinnovamento continuo dell'aria.

Le dimensioni delle stufe sono d'ordinario determinate in base a 1 metro quadrato di superficie di riscaldamento per ogni 100 metri cubi di capacità dell'ambiente a riscaldare, se le stufe sono in ferro o ghisa, e per ogni 80 metri cubi di volume a riscaldarsi, se le stufe sono in terra cotta.

Il diametro poi dei tubi che trasportano fuori dell'ambiente il fumo, si tiene ordinariamente grande per m 0,10 ai m. 0,20.

Perchè poi l'aria dell'ambiente riscaldato conservi sempre un certo grado d'umidità conveniente alla sua temperatura, occorre un vaso d'acqua posto innanzi alla bocca, per cui l'aria stessa affluisce nella stanza, e nella capacità di 1 a 1 litro e 1/2 al giorno per ogni 75 o 90 m³ di volume dell'ambiente riscaldato.

725 Riscaldamento con l'aria calda — Gli apparecchi usati per riscaldare gli ambienti con l'aria calda, col vapore o con l'acqua calda, diconsi in generale *caloriferi*, e si distinguono poi in *caloriferi ad aria calda, a vapore, o ad acqua calda*

I *caloriferi ad aria calda* si stabiliscono d'ordinario nella parte inferiore degli edifizi a riscaldare, e consistono in stufe di ghisa a bocca libera per l'introduzione del combustibile rivestite da grandi casse in lamiera di ferro o muratura, che diconsi *casse* o *camere di riscaldamento* In queste camere s'introduce l'aria a mezzo di aperture praticate nel basso delle camere stesse e comunicanti coll'atmosfera esterna, e riscaldatasi per il contatto colle pareti delle stufe, contenute entro le camere, e col contatto del tubo che trasporta al di fuori i prodotti gassosi della combustione, dopo però essersi più volte ripiegato su se stesso entro le stesse camere, ascende per tubi convenientemente disposti negli ambienti a riscaldare

In questi ambienti l'aria riscaldata affluisce da fori circolari detti *bocche di calore*, aperti d'ordinario nel basso delle pareti, e qualche volta anche nello stesso pavimento massimamente se sia a riscaldarsi un piano terreno. Essi poi sono ricoperti nel primo caso con maglie in filo d'ottone e da una serranda o registro in lamina dello stesso metallo per così regolare meglio l'afflusso stesso; nel secondo caso con grata di ghisa Al basso quindi delle stesse pareti, si aprono altri fori comunicanti coll'esterno, per fare da essi uscire l'aria già raffreddata, quando riscaldata ne affluisce nella stanza dalle bocche di calore

Le dimensioni delle stufe per questi caloriferi si calcolano d'ordinario d'un metro quadrato di superficie di riscaldamento per ogni chilogramma di legna a bruciarsi all'ora, oppure per ogni mezzo chilogramma di carbone coke o carbon fossile nello stesso tempo La sezione poi dei tubi che trasportano l'aria calda nei differenti ambienti si suol fare da 3 ai 4 decimetri quadrati

L'acqua poi necessaria in ogni ambiente, e da porsi sempre in vicinanza alle bocche di calore, per procurare all'aria riscaldata il conveniente grado d'umidità, si calcola di 1 litro, o 1 litro e 1/2 per ogni 100 metri cubi di volume d'ambiente

Da osservazioni fatte dal prof. *Crivelli*, risulta che da una *bocca di calore* distante 21 metri dalla cassa di riscaldamento, alimentata con un fuoco ordinario, l'aria sboccava tanto calda che un termometro centesimale colpito direttamente da essa, segnava 51°, 25, lasciando poi la temperatura della stanza di circa 14 gradi È vero che il *Crivelli* non riferisce quali fossero la grandezza della stanza, e la temperatura esterna, pur nullameno però dovendo credere che la prova siasi fatta nell'inverno, e

in una stanza certo di mediocre ampiezza, essa ne assicura della bontà di questo metodo di riscaldamento, bontà che viene anche aumentata dalla piccola spesa che comporta l'impianto degli apparecchi necessarii.

726. RISCALDAMENTO COL VAPORE. — I *caloriferi* a vapore sono assai più complicati negli apparecchi di quello non siano i caloriferi ad aria, constando essi d'un apparato generatore del vapore, di tubi conduttori del vapore, di recipienti che condensano il vapore, e dai quali si trasmette all'ambiente da riscaldare il calorico che seco portò il vapore allo stato latente, e infine di tubi conduttori dell'acqua di condensazione o nello apparecchio generatore, o altrove.

Il generatore, è una caldaja di rame o di ferro, nella quale s' eleva alla temperatura dell'ebullizione una determinata quantità d'acqua, a mezzo di torba, carbon fossile, coke, legna o carbone di legna. Il vapore che così si forma è guidato, a mezzo di tubi in lamiera di ferro ricoperti di materie coibenti, in recipienti o stufe, che stanno nelle camere a riscaldarsi, e le quali, per la condensazione del vapore che in esse si effettua, e per il calorico che in esse rimane per questa condensazione, riscaldano gli ambienti in cui esse si trovano.

Le dimensioni delle caldaje, dei tubi conduttori del vapore, e dei recipienti o stufe ove si condensa e si deposita il calorico latente, debbono essere in rapporto cogli ambienti da essere riscaldati, e colla temperatura alla quale debbono essere portati in confronto alla temperatura esterna.

D'ordinario le caldaje impiegate nel riscaldamento a vapore si fanno di tali dimensioni da produrre in un'ora, da 15 a 20 chilogrammi di vapore per ogni metro quadrato di superficie di riscaldamento, consumando 1 chilogrammo di carbon fossile per ogni 6 o 6,50 chilogrammi di vapore.

Calcolando sopra chilogr. 1,80 di vapore condensato all'ora per ogni metro quadrato di superficie nei recipienti di condensazione in ghisa, e sopra chilogr. 1,75 per ogni metro quadrato di quelli in rame, il signor *Grouvelle* ha provato che un metro quadrato di superficie di ghisa riscaldato internamente dal vapore, ossia che il calore trasmesso alla medesima superficie di ghisa da chil. 1,80 di vapore condensato, bastava per riscaldare alla temperatura di 15° centigradi una sala dai 66 ai 70 metri cubi di capacità, e un opificio dai 90 ai 100 metri cubi.

La Borsa di Parigi si riscalda, contando 1 metro quadrato di superficie riscaldata dal vapore condensato, per ogni 67 m. c. di capacità.

Per una formola di *Tredgold* desunta dalla pratica, e modificata da *Mauocchi* per essere applicabile con le misure metriche italiane, e coi gradi centesimali del termometro, la superficie dei recipienti o stufe di riscaldamento è data dalla seguente formola.

$$x = \frac{n\,(t - t')}{6.\,4\,(T - t)}$$

nella quale, x esprime i d. m. q. di superficie di riscaldamento; n, il numero dei decimetri cubi dell'ambiente a riscaldarsi, T, la temperatura del vapore, t, quella in cui si deve mantenere l'ambiente, t', quella dell'aria esterna.

Altri poi calcolano m. q. 0,40 di superficie di riscaldamento per ogni metro corrente dell'ambiente a riscaldarsi a 15° centesimali.

I tubi conduttori poi, e che ordinariamente si fanno in rame, hanno comunemente un diametro dai 3 ai 5 centimetri.

727. Riscaldamento con l'acqua calda. — I caloriferi ad acqua calda constano d'apparecchi quasi consimili a quelli dei caloriferi a vapore. Sono però di più facile applicazione di quello non siano questi ultimi, i quali hanno due difetti notevolissimi, quello cioè di non permettere di regolare il grado di riscaldamento degli ambienti come si ottiene coi caloriferi ad aria calda, e a seconda delle variazioni della temperatura esterna, e l'altro non meno grave di raffreddarsi quasi istantaneamente.

La disposizione e la costituzione dei caloriferi ad acqua calda sono le seguenti. Una caldaia ripiena d'acqua è posta nel sito più basso dell'edifizio a riscaldare, e dalla sua sommità parte un tubo di ferro o di rame pur esso riempito d'acqua, il quale s'innalza ed entra negli ambienti da essere riscaldati, per quindi dopo aver percorso tutti gli ambienti, ritorna a metter capo nella caldaia e precisamente però nel fondo di essa.

Quando negli ambienti non vi sieno recipienti o stufe a mezzo ripiene d'acqua, e comunicanti col tubo conduttore, questo deve avere a convenienti distanze dei rigonfiamenti per lasciar spazio alla dilatazione del liquido.

Applicato il calore di sotto alla caldaia, incomincia il movimento del liquido: quello riscaldato ascende alla sommità, percorre l'intera lunghezza del tubo, vi comunica il calorico di cui è rivestito, e ritorna sul fondo della caldaia per subire un nuovo riscaldamento, e ricominciare il suo corso. Il riscaldamento per tal modo quindi succede per il calorico che irradia dai tubi e dalle stufe, e che è loro comunicato dall'acqua.

I caloriferi ad acqua calda sono di due sorta, a bassa cioè e ad alta pressione. Nei primi la temperatura dell'acqua non sorpassa il punto della ebullizione, nei secondi invece vien portata ad un grado molto più elevato. In entrambi poi il tubo che si parte dal cielo della caldaia, e per il quale ascende l'acqua riscaldata, termina superiormente in un recipiente, aperto quando il calorifero sia a bassa pressione, e chiuso invece da una valvola di sicurezza quando il calorifero sia ad alta pressione.

Questo recipiente serve, per l'introduzione dell'acqua nell'apparecchio, per permettere l'uscita all'aria che trovasi nello spazio che l'acqua va occupando mano mano che si riscalda, e a quella che l'acqua medesima conteneva innanzi di subire il primo riscaldamento, per permettere l'uscita al vapore che si produce, e per permettere infine l'aumento di volume che l'acqua subisce per l'elevazione della sua temperatura. Da questo recipiente poi si partono il tubo o i tubi discendenti per ricondurre l'acqua al basso della caldaia, dopo che ha compiuto il giro di circolazione.

Nei caloriferi a bassa pressione, si stima comunemente che una sola ondata di tubo di 0,^{m}16 di diametro e con l'acqua alla temperatura di 75 a 80°, basti a riscaldare un ambiente alto m 3,25 e largo m 13.

In pratica essendo l'acqua a 80° e l'aria a 15° si calcola di poter riscaldare dai 35 ai 40 metri cubi del volume d'un ambiente, per metro quadrato di superficie di tubo di rame o ghisa.

Nei caloriferi ad alta pressione lo sviluppo lineare della circolazione non eccede giammai i metri 150 o 200, ed ove la superficie di riscaldamento esiga una maggior lunghezza, usasi meglio d'impiegare diversi tubi di circolazione che possono essere anche riscaldati dallo stesso focolaio.

La superficie dei tubi di riscaldamento nei caloriferi ad alta pressione, si calcola in base a 1 metro quadrato di superficie di riscaldamento con diametro fra i m 0,025 a m 0,012, per ogni 80 metri cubi d'ambiente a riscaldare.

È provato poi che nei caloriferi ad alta pressione, occorre aggiungere 1/2 litro d'acqua per ogni 8 o 10 giorni, in causa alla perdita di acqua che in essa si verifica.

728. Ventilazione. — La ventilazione degli edifizi ha per iscopo di rinnovare in essi l'aria, e mantenervi la salubrità quando una causa qualunque tendesse a corromperla, estraendo l'aria viziata, e introducendovi aria pura.

Il primo e più semplice mezzo di ventilazione si ottiene a mezzo di camini ordinari, causa la corrente d'aria che col fumo ascende per la canna, e la quale promuove una ventilazione nella camera in cui è fissato il camino, obbligando nuov'aria a rientrare nella camera stessa per le fessure degli usci e delle finestre.

Negli ospedali, nei teatri, nei pubblici caffè, e in molte officine, si promuove la ventilazione praticando alcuni fori verso l'alto dell'ambiente a ventilare, e alcuni altri poco lungi dal pavimento, e in comunicazione questi ultimi con condotti che mettono capo in luoghi aperti e d'aria salubre. L'aria dell'ambiente riscaldata dalle tante persone che vi si

trovasi si eleva verso il soffitto e sfugge pei fori superiori, promovendo l'introduzione di nuov'aria nell'ambiente stesso pei fori praticati inferiormente, e consegnentemente una continua ventilazione che vale a conservare purificata e salubre l'aria dei luoghi abitati

La *ventola a molinello*, che in alcuni paesi si applica superiormente al telajo delle vetrate, fa le veci dei fori superiori veduti or ora, mentre per le fessure degli usci e finestre entra l'aria dal di fuori, e conserva la ventilazione valevole a purificare l'aria

Questi mezzi però non sono i più perfetti, e consegnentemente non sono applicabili che per economia di spesa nell'impianto di quelli apparati che promuovono una buona ventilazione tanto in estate che nell'inverno, e sempre in relazione al bisogno della nuova aria che si richiede

Fra gli apparati migliori per ottenere una buona ventilazione è il ventilatore a forza centrifuga, messo ordinariamente dal vapore Esso si compone d'un'asse di rotazione internamente cavo, in cui mettono capo alcuni canali che si prolungano in direzione dei raggi d'un circolo, il cui centro coincida col centro dello stesso asse, e i quali canali al ruotare dell'asse, ruotano anch'essi dentro una specie di tamburo, dalla cui superficie interna rimangono alquanto distanti A questo tamburo è collegato nella parte superiore, un tubo che si scomparte in più altri, o che prosegue solo, sino al luogo da ventilarsi Impresso un movimento di rotazione all'asse, l'aria contenuta nei differenti canali, è lanciata, per la forza centrifuga che si svolge, contro la superficie interna del tamburo, e nuova aria subentra per la cavità dell'asse, la quale viene pur essa a sua volta a penetrare nei canali, e ad essere lanciata contro la stessa superficie interna del tamburo dalla quale poi è obbligata a entrare nel tubo che la dirige o in più punti o in un punto solo di quell'ambiente a ventilarsi Se poi quest'aria così radunata nel tubo che la versa nell'ambiente a ventilare, si manda prima in una *cassa* o *camera di riscaldamento*, è facile intendere che essa può servire a ventilare e riscaldare allo stesso tempo

Per far uscire poi dall'ambiente l'aria viziata, usasi di praticare dei condotti nei muri delle camere a ventilarsi, muniti tutti d'una valvola o serranda nella bocca che è in diretta ed immediata comunicazione coll'ambiente, e tutti concorrenti in un camino comune che porta l'aria viziata fuori del tetto.

Perchè poi il camino d'estrazione dell'aria viziata, serva il meglio all'uopo cui è destinato, e meglio insomma aspiri tutta quest'aria, conviene che in esso si trovi una sorgente di calore, la quale, a si procura facendo in modo che nel senso del suo asse passi un tubo metallico che serve di camino a un focolare continuamente acceso, come quello della

caldaja a vapore, o delle cucine, oppure mantenendo accesa nel suo interno una lampada o un becco di gaz.

729. Apparecchi per l'illuminazione — Gli apparecchi che io descriverò risguardano unicamente l'illuminazione a gaz.

Il gaz che attualmente si conosce è di tre sorta.

1° il *gaz* così detto *corrente* cioè, e che si estrae unicamente dal carbon fossile,

2° il *gaz* così detto *Riche*, che si estrae dalle sostanze grasse ed oleose, dalle torbe e dagli schisti bituminosi,

3° il *gaz* così detto *Colacicchi* dal nome del suo inventore, che si trae con processi più economici dalle stesse sostanze da cui si trae il *gaz Riche*, e che di presente, e per la medicità del prezzo di costo, tanto della produzione quanto degli apparecchi, e per la bella luce che offre, và sempre più acquistando rinomanza che ridondo tutta ad onore dell'inventore il cav. *Colacicchi* già capitano d'artiglieria, e dell'Italia sua patria

Gli apparecchi per l'illuminazione, consistono in *tubi* che servono a condurre il gaz dal gazogene nelle differenti località da illuminare, e in *becchi* nei quali avviene la combustione del gaz, e dai quali si ha la fiamma illuminante

I tubi conduttori o distributori possono essere in *ghisa*, in *grès*, in *vetro*, in *lamiera* coperta di bitume, in *lamina galvanizzata*, in *piombo* ed in *zinco*. I primi cinque sono unicamente, e più particolarmente adoperati nelle condutture sotterranee, gli ultimi due nella conduttura fuori terra e all'esterno ed interno delle abitazioni, attesa la loro maggior pieghevolezza

I tubi in *ghisa* sono quelli maggiormente impiegati attesa la facilità di loro congiunzione, o la loro durata e resistenza quando la ghisa però non abbia bolle, le quali venendo intaccate dall'ossido, danno libera fuga al gaz. Essi s'impiegano con diametro superiore ai centimetri 8, e con lunghezza dai m. 2,50 ai m. 3, incastrandoli l'uno con l'altro a mezzo di collari, o manicotti

La ghisa poi adoperata in questi tubi ha da essere dolce ed omogenea affine di potervi praticare dei fori pei tubi di diramazione

I tubi di *grès* o di *vetro* sarebbero a preferirsi a quelli in ghisa per la maggiore resistenza al gaz che li percorre, ma sono di difficile costruttura nell'incastro, per cui obbligano ad una continua sorveglianza.

I tubi di *lamiera* ricoperta di bitume, quantunque più economici di quelli in ghisa, non sono molto adoperati, causa la facilità ad essere intaccati dal gaz, per cui obbligano dopo breve tempo a cambiarli

I più resistenti al gaz, quelli di maggior durata, e quelli da adoperare

sarebbero i tubi di lamiera galvanizzata, se il loro costo non fosse molto elevato, massimamente quando la lamiera è alquanto grossa, e la galvanizzazione è fatta a dovere. Sono perciò limitati a tutte quelle condutture che debbono presentare molta resistenza.

I tubi di *piombo* per la conduttura fuori terra sono a preferirsi ai tubi di zinco, attesa la maggior pieghevolezza del piombo, ma sono però come questi facili ad essere forati o schiacciati da urti accidentali, i quali causano delle fenditure da cui si verificano fughe pericolosissime di gaz.

I *becchi a gaz* si distinguono e per riguardo alla materia, e per riguardo al sistema di loro costruzione.

Le materie impiegate a formare i *becchi a gaz*, sono il *ferro fuso*, *l'ottone*, *l'argilla*, la *porcellana* e il *cristallo*.

Il sistema di loro costruttura poi varia secondo che si formano a a *ventaglio*, a *Manchester*, a *candela*, ad *Argant*, o alla *Macaud*.

I becchi a *ventaglio*, hanno la forma d'un piccolo cilindro chiuso superiormente da una calotta sferica, in cui v'ha una fenditura trasversale più o meno grande, dalla quale esce una fiamma che ha la forma d'un ventaglio spiegato.

Questi becchi sono costruiti in ghisa od in argillo, sono particolarmente impiegati nelle illuminazioni delle strade, degli anditi di porta, delle scale ecc., e in generale ove si vuol conservare la fiamma libera, e calcolasi che il loro consumo normale sia di 120 litri all'ora.

I becchi a *Manchester* sono formati a tronco di cono chiuso nella parte da cui deve uscire la fiamma, e nella quale vi sono due fori convergenti all'esterno in un solo, per modo che la fiamma esce prima con direzione convergente, indi diverge conformandosi anch'essa a piccolo ventaglio. Questi becchi si costruiscono in argilla o ferro fuso, e consumano in medio da 80 a 130 litri all'ora.

I becchi a *candela* sono d'ordinario in ferro fuso, e conformati a cilindro per così rappresentare una candela la cui fiamma esce da un solo foro circolare. Il consumo di questi becchi non differisce molto da quelli a ventaglio.

I becchi ad *Argant* sono costruiti d'ordinario in ottone, e conformati ad anello circolare cavo in cui entra il gaz per mezzo d'un tubo cilindrico biforcato. Nella parte superiore di quest'anello vi sono da 20 a 25 fori vicinissimi fra loro, e col diametro da 1/4 a 1/2 millimetro, e dai quali esce la fiamma a forma consimile a quella della lampade ad *Argant*.

Si calcola che con questi becchi si possa consumare da 130 a 160 litri all'ora. Non sono perciò economici, e non si usano che in pochissimi casi.

I becchi infine alla *Macaud* non sono che un perfezionamento di quelli ad *Argant*, per cui offrono, oltre una fiamma più luminosa e più tranquilla, la mercè una tela metallica o una lamina pertugiata che divide la corrente d'aria che viene a colpire la fiamma, anche un consumo minore di gaz non superando quello dei becchi a ventaglio.

Tanto i becchi alla *Macaud* quanto quelli ad *Argant* hanno le fiamme chiuse in tubi di vetro ordinariamente cilindrici, e i quali s'adagiano sopra una galleria metallica costruita all'ingiro del becco.

730 Distribuzione delle acque. — Anche la distribuzione delle acque nelle città, si effettua a mezzo di tubi e condotti sotterranei che si ramificano per ogni parte a seconda del bisogno. Stimando però la distribuzione delle acque un argomento delle costruzioni idrauliche, mi riservo a darne quel poco che potrò relativamente allo scopo di quest'opera, nel capitolo XI di questo stesso *Libro Sesto*, dal titolo *Costruzioni idrauliche*.

Capitolo X.

Costruzioni rurali.

731 Considerazioni generali. — Diconsi costruzioni rurali tutti i fabbricati necessari al buon governo d'un podere.

A meglio però studiare le particolari costruzioni dei medesimi, stimo bene classificarli nei tre seguenti gruppi:

a) *Fabbricati per l'abitazione dell'uomo*;

b) *Fabbricati per l'abitazione degli animali*;

c) *Fabbricati per il riparo delle derrate e degli strumenti*.

Ciascuno di questi gruppi deve soddisfare alle condizioni generali cui soddisfa qualsiasi opera d'arte, e cioè alla *buona situazione*, alla *stabilità* e alla *bellezza*; e a condizioni particolari dipendenti dalla destinazione ultima di ciascun gruppo, non che dalle relazioni che essi hanno reciprocamente, e coi bisogni del podere.

La *situazione* riguarda tanto il complesso dei tre gruppi, relativamente alla località in cui si debbono edificare, quanto ciascuno di essi particolarmente per l'esposizione che meglio conviene a ciascuno.

Fino a che l'intiero podere sia per livello orizzontale, o poco meno, il complesso dei tre segnalati gruppi, che per possono comprendersi sotto il nome di *fattoria*, deve situarsi possibilmente nel centro dello stesso podere, o della maggiore estensione delle sue terre arative, saccome quelle che richiedono la maggiori cure del colono, purchè però al centro

stesso corrisponda la maggior salubrità tanto per condizioni d'aria e di acqua, quanto per le condizioni dello stesso terreno, il quale non deve essere umido nè per un sottosuolo di torba o d'argilla, nè per sua prossimità ad acquitrini, o stagni, o a paludi, nè dev'essere esposto anche per pochi mesi dell'anno a venti freddi, violenti o che apportino cattive emanazioni da luoghi infetti o pantanosi

La centralità della situazione deve essere determinata anche in rapporto delle strade interne di comunicazione, e alle esterne e pubbliche per transito e trasporto

Ove il podere fosse costituito da terre in declivio, la località della fattoria deve determinarsi in ragione alla più breve distanza dal centro del podere ai luoghi di deposito, e di riparo, allo scopo sempre di agevolare per quanto è possibile ogni qualsiasi trasporto

Allorquando infine l'insalubrità dell'aria, le condizioni dell'umidità del suolo, o qualsivogliano altre condizioni climatologiche da non potersi migliorare con prosciugamenti o adatte piantagioni d'alberi d'alto fusto, o piante resinose, utilissime per interrompere i venti freddi o violenti, e riparare le obiezioni da quelli provenienti da luoghi infetti, impedissero di costruire la fattoria nel centro del podere, è più saggio consiglio d'allontanarla dal centro stesso, o separarla anche totalmente dal podere per quanto notevole possa essere la spesa del trasporto degli animali e derrate dal luogo di coltura ai differenti gruppi di fabbricati, di quello non sia preferire il centro, ed esporre a un certo danno la vita degli uomini e degli animali.

La salubrità poi di qualunque gruppo di questi fabbricati rurali, oltre che si consegue con la scelta dei migliori materiali, e con la buona e coscienziosa costruttura, si raggiunge anche coll'elevarli generalmente sul terreno circostante per circa m. 0,50, comprendendovi in quest'elevazione un marciapiede tutt'attorno al fabbricato alto per m. 0,20 o m. 0,25, e inclinato al difuori dello stesso fabbricato per così agevolare lo scolo delle acque, e meglio assicurare la salubrità degli interni ambienti.

La situazione infine riguarda ancora l'esposizione dei differenti fabbricati, e l'abbondanza di buone acque potabili, esistenti in ruscelli o sorgenti in prossimità dei fabbricati, verso i quali si devono condurre con particolari costruzioni, oppure in pozzi scavati nel recinto dei fabbricati stessi, ma lontani dalle stalle e dalle concimaje

L'esposizione migliore, in generale, per tutti e tre i gruppi dei fabbricati rurali è quella del mezzogiorno Non essendo però possibile, senza molte spese, e altri inconvenienti grandissimi, di dare quest'unica esposizione a tutti i fabbricati necessarii al governo del podere, è bene valersi ancora delle esposizioni all'Est, al Sud-Est, o Sud-Ovest, e anche

al Nord, fuggendo sempre l'esposizione all'Ovest, siccome quella da cui soffiano più spesso i venti più cattivi

La stabilità delle costruzioni rurali, è, come per le costruzioni civili, dipendente dalla buona scelta dei materiali, e dalle giuste dimensioni date alle parti delle varie opere d'arte, che nei fabbricati medesimi si costruiscono, e secondo l'ufficio che le stesse parti debbono compiere.

La bellezza finalmente, riguarda anche in queste costruzioni la buona distribuzione dei differenti ambienti, l'armonia che è fra essi, e in particolar modo anche la comodità che in tutti gli ambienti stessi si riscontra.

Le condizioni particolari dipendenti dalla destinazione di ciascun gruppo o dalla relazione che essi hanno reciprocamente fra loro, e coi bisogni del podere, le apprenderemo a conoscere nello studio particolare della costruttura di ciascuno dei designati gruppi di fabbricati rurali

732 Disposizione generale delle costruzioni rurali. — Il complesso dei tre gruppi di fabbricati rurali che ho dianzi definito, si potrebbe costruire sopra una, due, o più linee, se le condizioni di comodità del cortile attorno a cui si dispongono, e nel quale si compiono non pochi lavori agricoli non limitassero la libertà della scelta. L'esperienza ha oramai comprovato, che il più piccolo cortile attorno a cui si costruiscono fabbricati rurali per il governo d'un podere, piccolo pur esso quanto vogliasi essere, non può mai avere meno di 16 metri di lato, ove sia conformato a quadrato, nè meno di 16 metri, per metri 20 ove sia conformato a rettangolo. È perciò

1° quando la lunghezza dei tre differenti gruppi di fabbricati, non sorpassa i m. 32, essi si possono disporre in una sola linea, come mostra la fig. 154ª,

2° quando la sovradetta lughezza è fra i 32 e i 50 metri, i medesimi gruppi possono disporsi in due linee parallele, separate fra loro da un cortile di 16 metri di lunghezza, come mostra la fig. 155ª,

3° quando è fra i 50 e i 75 metri, i gruppi si possono disporre in tre linee, come mostra la fig. 156ª,

4° infine quando la stessa lunghezza sorpassasse i m. 75 converrebbe disporre i tre gruppi in un quadrato come mostra la fig. 157ª

733 Fabbricati per l'abitazione dell'uomo — Questi fabbricati si distinguono in civili e rustici, secondo che si costruiscono per l'abitazione del proprietario, oppure del colono del podere.

I primi poi comprendono le case propriamente civili, nelle quali il proprietario ha stabile dimora, e le case di delizia nelle quali vi passa le sole stagioni estiva ed autunnale, differendo fra esse nello stile architettonico che le informa, e nella comodità, leggiadria, e vaghezza che

tanto all'interno che all'esterno devono sempre distinguere le case di delizia, dalle case civili, le quali non difettando di quella comodità che in generale devesi riscontrare in qualsiasi fabbricato per abitazione, e d'una certa vaghezza esteriore che pur sempre deve distinguere le abitazioni di campagna, debbono però presentare grandissima semplicità di forme, maggior spessore nei muri, e costruture in generale più solida, dovendo difendere dalle intemperie dell'atmosfera, nelle più rigide stagioni dell'anno, gli abitatori di esse.

Tanto poi i fabbricati civili che i rurali constano di quelle medesime opere d'arte di cui vedemmo potersi comporre le costruzioni civili, e di cui studiammo la particolare costruttura nei capitoli che precedono il presente, costruttura che in generale non differisce punto sia che valga per opere di costruzione civile, sia per opere di costruzioni rurali.

734. Norme per la migliore costuttura delle case civili e rustiche. — Quante è a soddisfarsi in queste due classi di fabbricati rurali sono le seguenti condizioni, e cioè

1° di dare ad entrambe l'esposizione al mezzogiorno, massimamente se esse si limitano a case civili e rustiche, comportando la casa di delizia anche l'esposizione a settentrione, se la dimora in essa è limitata alla sola stagione estiva;

2° di scegliere un sito il più elevato di tutti per costruirvi la casa del proprietario, purchè però l'elevazione medesima convenga alla migliore situazione, e alle condizioni che per questa riscontrammo essere necessarie nelle considerazioni generali studiate al (paragr. 731) affine così di poter meglio sorvegliare i lavori che i coloni fanno nel podere, se pure non vuolsi raggiungere questo scopo con case costrutte in pianura, e aventi un piano di terra e un piano superiore;

3° di curare che le fondazioni siano costrutte su terreni asciutti per condizioni di suolo, o prosciugati ad arte con tubi di drenaggio, massimamente per le case rustiche, le quali e per economia di costruzione, e per maggior comodo del colono, è sempre bene constino del solo piano di terra, elevato comunque però sempre sul suolo per meglio garantirlo dall'umido, e assicurare la sanità maggiore ai suoi abitatori;

4° infine soffittare e pavimentare, sempre che sia possibile per condizioni di spesa, tutte le camere e piani d'una casa, tanto civile che rustica, non mancando mai però di pavimentare il piano di terra di qualunque di queste case, e tanto che s'innalzi sopra un cantinato quanto immediatamente sul suolo, con lastre di pietra, materiale laterizio, o legname, affine così di allontanare per quanto è possibile l'umidità, e agevolare la pulizia nelle camere, a qualunque uso queste siano destinate, essendo la pulizia medesima prima e principalissima condizione d'igiene.

735 Fabbricati per l'abitazione degli animali — Nella costruzione di questi fabbricati devesi aver riguardo all'esposizione, alla situazione, alle dimensioni che meglio ad essi convengono, e alla ventilazione

L'esposizione dei fabbricati per la maggior parte degli animali è a preferirsi a mezzogiorno, e quando questa non possa aversi per la particolare disposizione dei differenti gruppi di fabbricati rurali, l'esposizione migliore è quella del levante.

La situazione deve esser quanto più salubre ed esente d'umidità, alla quale poi riparasi coll'elevazione del piano dei fabbricati dal livello del suolo, congiunto ad un buon drenaggio, ad un sottosuolo di ghiaja, e ad un buon pavimento coi necessarii canali di scolo

Per ciò che riguarda le dimensioni, esse variano secondo il genere di fabbricato che si richiede, se *scuderie* cioè, *stalle*, *ovili*, *porcili*, *pollaj*, *colombaie*, o *bigattiere*

736. Scuderie — Le scuderie servono a ricovero dei cavalli nei luoghi intervalli dei lavori, ed ai puledri destinati all'allevamento Nel primo caso le scuderie sono comuni, e i cavalli vi si tengono in uno o in due file separati fra loro da sbarre di legno, o da tramezze, nel secondo caso le scuderie sono separate, e i puledri vi sono sciolti Ritenuto che il cubo d'aria necessario alla respirazione d'un cavallo sia di 25 a 30 m c. le dimensioni d'una scuderia variano secondo il numero dei cavalli e la loro disposizione, se in una sola fila cioè o in due

Fino a che i cavalli siano in una sola fila, e siano fra loro divisi da semplici sbarre di legno, le dimensioni che si consigliano sono di m 4 o 4,30 per larghezza della stalla, per m. 1,30 o m 1,40 di larghezza per ciascun cavallo, se poi sono divisi da tramezze solide e piene, e le quali sono sempre a preferirsi, la larghezza del posto di ciascun cavallo si estende da m. 1,50 a m 1,70 o m. 1,75.

Nella larghezza di stalla di m. 4, o m. 4,30 sono comprese le larghezze della rastrelliera per il fieno, la quale è limitata a m 0,60, la larghezza della mangiatoja, che è in media di m. 0 25, e la larghezza di un passaggio dietro i cavalli.

Non pochi poi consigliano, nel caso delle scuderie con una sola fila di cavalli di appendere nel muro di fronte alla mangiatoja di ciascun cavallo i bardamenti del medesimo

Quando i cavalli fossero disposti in due file, la larghezza della scuderia è di m 8,60, se i cavalli sono disposti faccia a faccia, e v'ha un passaggio o corsia lungo il muro di dietro ai cavalli; se poi i cavalli fossero disposti colla faccia al muro, lasciando un passaggio fra le due file, la larghezza della scuderia potrebbe essere limitata a soli m. 7,70

La rastrelliera, del pari che le mangiatoje, comunque si dispongano

i cavalli hanno da essere elevate dal suolo, le prime per metri 1,70 nello spigolo inferiore, e m 2,20 nello spigolo superiore, tenendoli distanti fra loro per m 0,60, come già dissi, e coi bastoni distanti di m 0,08 a m. 0,13 l'uno dall'altro, le seconde, ossia le mangiatoje, debbono essere elevate dal suolo per m 1,10 nello spigolo superiore, e debbono essere profonde per m. 0,25, larghe nella base superiore per m 0,30 e per m. 0,20 nella base inferiore Queste ultime è bene siano divise in tanti scompartimenti quanti sono i cavalli, perchè così nessun cavallo abbia a prendere il pasto del vicino L'altezza delle scuderie è limitata fra i 3 e 4 metri

In ogni scuderia poi occorrono due camerette poco più grandi del posto d'un cavallo, e destinate l'una per alloggiarvi il valletto di custodia, l'altra per conservarvi la biada Quando poi i cavalli siano disposti in due file, necessita ancora una terza camera per custodia delle bardature.

Per la salute dei cavalli, occorre che l'aria possa rinnovarsi facilmente a mezzo di finestre praticate a forma semicircolare nell'alto dei muri di settentrione e mezzogiorno, per ottenere così, coll'alternato chiudere ed aprire, la temperatura occorrente, e moderare la luce per favorire l'impinguamento dei cavalli, e impedire l'abbagliamento che essi proverebbero nel passare dall'oscurità della scuderia alla piena luce del giorno.

Il suolo delle scuderie ha da esser solido per così resistere ai colpi dei piedi dei cavalli, impermeabile, perchè così le urine non vi s'infiltrino, e non producano cattive emanazioni, e infine ha da essere leggermente inclinato sotto ai cavalli per favorire lo scolo delle orine in un rigagnolo praticato e condotto lungo il passaggio o corsia che sarà nelle stalla, profondo per m 0,30 almeno al disotto del suolo, ed avente il suo termine al letamajo.

Il *Claudel* consiglia di pavimentare il suolo delle scuderie con lastre di gres, ma si può anche coprire con selciatura di sassi o mattoni in coltello posti in uno strato di malta alto per m 0,20 a m. 0,25, oppure con uno strato di calcestruzzo.

La copertura delle scuderie è sempre bene costruirla con una buona volta in mattoni, per così avere una pulizia più pronta, un minor pericolo d'incendio, e un riparo al fenile, che d'ordinario si costruisce sopra le scuderie, dalle emanazioni cattive di queste

Le scuderie infine, hanno da avere porte e cancelli in legno o ferro.

Le porte hanno da essere a due battenti, larghe per m 1,20 a m 1,30, e alte per m. 2,20 a m. 2,40, affinchè un cavallo vi passi bardato.

I cancelli possono essere a metà altezza delle porte, valendo essi unicamente a impedire l'ingresso nelle scuderie ai volatili e quadrupedi della corte, quando siano aperte le porte.

737. Stalle. — Le stalle sono il ricovero provvisorio o stabile degli animali di razza bovina, che si tengono sui pascoli la maggior parte dell'anno, e che si mantengono per i lavori d'agricoltura, per l'ingrasso, e per la produzione del latte e del concime

Anch'esse, come le scuderie, sono comuni o separate, e comportano tutte, gli animali di questa specie, *buoi* cioè, *vacche* e *vitelli*, in una sola, oppure in due file.

Ritenendo che i buoi o le vacche, abbiano bisogno di m. c. 24 per la respirazione, conseguisi, di dare al posto d'ognuno di questi animali una larghezza di m. 1,50 e una lunghezza di m. 4 a 4,60, comprendendovi però in essa la rastrelliera, la mangiatoja e un passaggio o corsia di m. 1 di larghezza dietro gli animali, fino a che però gli animali stessi sieno in una sola fila.

Quando poi si volessero le stalle con due file d'animali, questi si dispongono per modo da lasciare un passaggio fra mezzo e di dietro ad essi, facendo però la stalla di larghezza fra i 7 e gli 8. metri.

L'altezza poi delle stalle suolsi sempre tenere fra i m. 3,40 e m. 4.

Ogni stalla deve contenere una cameretta per il bifolco che sorveglia gli animali, un'altra per riporvi il fieno, e una terza per gli arnesi e gioghi di ciascun animale Questa terza camera però si risparmia quando la stalle è ad una sola fila, adottando meglio di appendere gli stessi arnesi e gioghi nel muro che sta di dietro a ciascun animale Tutte e tre queste stanze poi debbono comprendere, certo più che meno, il posto di due animali, ossia 50 metri cubi

A determinare quindi la capacità d'una stalla che debba contenere un numero *b* di animali, e le tre camerette dianzi dette, si adatta comunemente la formula

$$V = 24\ b + 50.$$

Ritenendo ora che l'aria necessaria alla respirazione d'un vitello sia la metà di quella che occorre ad un bue, o ad una vacca, e perciò 12 metri cubi, la capacità per *v* vitelli sarà espressa da 12 *v*, e la capacità quindi d'una stalla per buoi, o vacche, e vitelli, sarà data dalla formula

$$V = 24\ b + 12\ v + 50$$

Determinato così il volume, e fissata l'altezza e le larghezza della stalla nei limiti dianzi notati, la lunghezza della stalla medesima in rapporto alla larghezza del posto di ciascun animale, suolsi determinare, assegnando

m. 1,75 per bove d'ingrasso,
m. 1,50 per bove da lavoro,

m 1,75 per vacca pregna o nutrice,
m 1,50 per vacca da latte, e
m 0,75 per vitello

Il suolo delle stalle deve essere come quello delle scuderie, sollevato dal cortile, inclinato per m 0,02 o m 0,03 per 100, verso il rigagnolo che è nel mezzo della corsia per agevolare lo scolo delle orine, e pavimentato anch' esso con compattezza, per ovviare alle infiltrazioni delle orine, ma con materiali di minor durezza, non essendo i piedi degli animali bovini armati di ferri.

In non poche stalle, e massimamente nei paesi umidi, e dove si scarseggia di lettiere, usasi di sollevare il posto degli animali per m 0,20 dal suolo della corsia, e per modo che l'animale stando in piedi, abbia le gambe posteriori sull' orlo del gradino, ossia del rialzo fatto al posto in cui egli giace, all' estremità del quale si fa allora il rigagnolo, tanto se le stalle sono a una sola fila, quanto se fossero a due file, nel qual caso i rigagnoli sarebbero due, e la corsia dovrebbe essere inclinata verso i medesimi.

Le mangiatoie degli animali bovini differiscono da quelle dei cavalli, tanto nel materiale con cui sono costruite, usandosi per i buoi meglio in pietra o mattoni cementati con calce idraulica per permettere così di poter essere lavate, e contenere dei foraggi cotti, senza pericolo d'infradiciarsi in breve tempo ove fossero in legname, quanto nelle dimensioni, usandosi queste stesse mangiatoie alte dal suolo per metri 0,60, lunghe per metri 0,80, larghe superiormente m 0,50, inferiormente m 0,40, e profonde per m 0,30

Come le scuderie, anche le stalle debbono avere le finestre nella parte superiore dei muri che stanno a mezzogiorno e tramontana per così illuminarle a piacimento, ovviare ai passaggi repentini dall'oscurità della stalla alla luce del giorno, e offrire al tempo stesso un mezzo di buona ventilazione; debbono avere le volte in muratura per ovviare agli incendi non solo, ma ovviare ancora a che gli umidi vapori che emanano dagli animali rimangano condensati alle travi del solaio o del soffitto che ricopre le stalle, e che sono cagione a lungo andare d'una dannosa infezione delle stalle, e debbono infine avere pur esse le porte larghe non meno di m 1,30 e alte non meno di m 2,20 a m 2,40

738 Ovile — L'ovile è il ricovero delle bestie a lana, *pecore* cioè, *montoni*, *agnelli*, e *capre*

La migliore costruttura fino ad ora riconosciuta degli ovili, è quella a tettoia aperta con semplice recinto di muro.

Questa tettoja è sostenuta da pilastri bastantemente alti, perchè al disopra del muro di cinta alto d'ordinario per m 2, l'aria trovi libero

l'accesso nell'ovile. L'intervallo poi che corre fra due pilastri consecutivi, nei tempi particolarmente molto rigidi, si chiude con tavole o con paglia.

Ritenuto che per ogni pecora, montone, o capra occorra un metro quadrato di superficie d'ovile, e soli m. q. 0,75 per ogni agnello, dicendo l la larghezza dell'ovile, x la sua lunghezza, p il numero delle pecore, capre, o montoni, ed a il numero degli agnelli che vi si debbono ricoverare, la superficie dell'ovile medesimo sarà espressa da

$$l\,x = \text{m. q. } p + \text{m. q. } 0{,}75 \times a.$$

Dandosi poi all'ovile un'altezza di 4 metri per lo meno sopra il pavimento, e ritenendo che per l'uso di dare a mangiare nello stesso tempo a tutte le bestie a lana, occorre per ognuna indistintamente m. 0,50 di mangiatoja, risulta che per ogni pecora, capra, o montone sono necessari m. c. d'aria 3,50, e per ogni agnello m. c. 2,62.

Il volume quindi d'un ovile per *p pecore*, *m montoni*, *c capre*, ed *a agnelli* sarà espresso da

$$V = 3{,}50 \times p + 3{,}50 \times m + 3{,}30 \times c + 2{,}62 \times a.$$

Le rastrelliere e le mangiatoje debbono essere più basse di quelle per cavalli e buoi, ed inclinate entrambe in senso contrario a queste affinchè la polvere che sempre si forma dalle materie del cibo non cada sugli animali, e ne rovini la salute e la lana.

Le rastrelliere sono alte dal suolo per m. 0,70, hanno i bastoni smussati negli spigoli, e distanti fra loro per m. 0,08 circa. Sotto la rastrelliera, e sporgente in fuori, si pone la mangiatoja basata sopra mattoni o pezzi di legno per modo da tenerla alta dal suolo per metri 0,20 a metri 0,40.

Il suolo degli ovili deve essere costrutto con un lastrico impermeabile posto a livello del terreno esterno, e deve ricoprirsi con uno strato di terra secca, sabbiosa o argillosa, secondo la destinazione del letame che si ritrae, alto da m. 0,15 a m. 0,20, per così assorbire tutti i liquidi che lascia sfuggire la lettiera che si forma a siffatta razza d'animali, e che con la terra medesima si cambia ogni due o tre mesi, secondo l'umidità di cui apparisce imbevuta.

Le porte infine degli ovili, debbono essere larghe metri 2, debbono avere anche esse due battenti, e aprirsi però dall'interno all'esterno per lasciar l'uscita libera alle bestie.

D'ordinario in prossimità all'ovile si costruisce un magazzino per contenere i foraggi e le radici con cui alimentare le bestie, e addivenire alla tosatura nelle epoche assegnate. *Claudel* asserisce che un magazzino

di 4 metri di larghezza, sopra 12 e 13 metri di lunghezza, e m. 4,50 di altezza, basta al servizio giornaliero dei foraggi e radici per 500 a 800 bestie, e alla tesatura delle medesime.

739 PORCILE. — Il porcile è il ricovero dei porci, i quali sebbene tenersi in comune, si usano tenere separati in stalli o compartimenti particolari, la riunione dei quali forma il porcile. L'esposizione del porcile, e a preferirsi sempre a mezzogiorno. Ogni compartimento poi, od ogni stallo comunica con un cortile, il quale sarà pur esso diviso in altrettanti compartimenti, nel caso vogliansi tener separati la troja dal verro, e il porco slattato dal porco adulto che s'ingrassa.

I compartimenti interni del porcile possono essere in una sola fila, oppure in due fila parallele, lasciando fra loro una corsia di circa m. 1,50. In qualunque caso però saranno divisi l'uno dall'altro a mezzo di muretti alti da m. 1,25 a m. 1,50.

L'altezza poi del tetto che ricopre tutti i compartimenti dev'essere di metri 2,50.

Il suolo del porcile dev'essere sollevato dal livello del terreno esterno affine di poterlo inclinare inverso il canale conduttore delle orine al letamajo, e favorire così lo scolo delle abbondanti orine di questi animali. Esso poi, come qualunque altra parte d'ogni compartimento che sia alla portata dell'animale, deve essere solidamente costruito, per reggere al l'istinto distruttore dell'animale. D'ordinario il suolo medesimo o si selcia con grosse pietre, o meglio con mattoni in coltello cementati con calce idraulica.

Le mangiatoje si pongono all'esterno del porcile, appoggiate a un muro comune ai differenti compartimenti, e nel quale si fanno tante aperture rettangolari in corrispondenza ai compartimenti medesimi, e grandi tanta da permettere all'animale di metter fuori il suo grifo e mangiare e bere bell'agio. Esse si fanno alte per circa m. 0,30, e si costruiscono o in pietra viva, o in mattoni, o in legno, purchè però in quest'ultimo caso si guerniscano di lamera di ferro nel bordo superiore.

Siccome poi questi animali sono estremamente calorosi, e sentono fortissimo il bisogno di tuffarsi continuamente nell'acqua per ristorarsi così dalla pruriggine che più li stimola, quanto più ingrassano, così è necessario costruire nel cortile comune o nei rispettivi compartimenti un comune, o particolari serbatoj d'acqua, perchè in essi possano tuffarsi liberamente gli animali che si tengono ad ingrasso.

Le dimensioni infine dei porcili e dei compartimenti, variano a seconda dell'età, del sesso, e della destinazione degli animali.

Lo *Scala* nel suo *Compendio delle costruzioni rurali più usate* (1), prescrive le seguenti dimensioni per la superficie d'ogni stallo:

(1) Udine, Tipografia Trombetti — Murero, 1864

A una troja pregna, m. q. 3.
A una troja coi suoi nati, m. q. 12.
Al porco che si stalla e si alleva, m. q. 1,50.
Al verro, m. q. 2,50.
Al majale che s'ingrassa, m. q. 3.

Ogni maggior aumento poi in queste dimensioni è sempre a vantaggio dell'animale, il quale con tutto il sudiciume che in buona parte giustamente gli si addebita, è l'unico animale della bassa corte e delle scuderie e stalle, che non usi di deporre i suoi escrementi sopra la lettiera ove egli riposa, ma cerca sempre il luogo più distante dalla lettiera medesima.

740. Pollaio — Il pollaio deve essere situato in luogo asciutto, in vicinanza alla casa rustica, e deve avere finestre che guardino il mezzogiorno, il levante e la mezzanotte, per così riscaldarlo e rinfrescarlo secondo il bisogno.

Le dimensioni delle superficie d'un pollaio si determinano in base alla considerazione, che per ogni capo di pollame occorre una superficie di m. q. 0,125.

In questa superficie però sono comprese le superficie per i posatoi, e per i nidi, e così essa si ha ogni maggior comodità per il servizio dello stesso pollaio.

I posatoi, come i nidi, si fanno mobili per poterli all'uopo lavare nell'acqua bollente.

I primi sono stabiliti sopra cavalletti, e conficcati a guisa di piuoli d'una scala fra due pertiche appoggiate al muro sotto la porta d'ingresso, e nel muro di fronte. Debbono poi essere distanti fra loro per circa m. 0,33 affinchè non restino o ridesse gli uni degli altri. I secondi, ossia i nidi, sono formati da paniere o cestine di vetrice, attaccate al muro negli angoli più oscuri del pollaio, e all'altezza di m. 1 o 1,30 del pavimento quando il pollaio fosse a pian terreno, e ad altezza minore se il pollaio è a piano superiore. Ove i nidi si dovessero disporre in più d'una fila, dovrebbero collocarsi come dicesi in quinconce, ossia in modo da formare la lettera V, perchè così nell'escire da essi, le galline non spaventino quelle che stanno deponendo nei nidi superiori ed inferiori.

L'altezza poi del pollaio è raro si faccia superiore ai m. 3.

Il pavimento del pollaio, quando questo sia al pian terreno, è bene sia selciato tanto per poterlo facilmente spazzare, quanto per difendere il pollaio dai topi di sotterra. In ogni altro caso potrà esser anche costruito con un ammattonato di tavelle o pianelle quadre.

Il soffitto può esser comunque, ma sarebbe a preferirsi a vòlta di muratura per poter così di quando in quando accendervi entro un fuoco di legno, che è forse l'unico mezzo per espurgare i pollai dagli insetti che tormentano e dimagrano i polli.

Le porte dei pollai possono avere superiormente un'apertura munita sempre d'una rete di fil di ferro, come qualsiasi altra apertura o finestra, per così difendere i polli da qualunque nemico.

741. Colombaia. — La colombaia è d'ordinario costruita in una torre circolare o poligonale innalzata separatamente in un angolo della corte, a più comunemente ancora sopra il pollaio.

La migliore sua esposizione è al mezzogiorno o al levante. E perchè possa essere al miglior modo illuminata e ventilata senza poi esser esposta ai raggi diretti del sole, o al diretto soffio dei venti, è bene praticare nelle facciate del levante e del mezzogiorno, due finestre in ciascuna, e l'una semicircolare o tutta circolare od ovale sotto al soffitto, l'altra rettangolare e al livello del pavimento della colombaia.

La prima ha da avere un diametro orizzontale di m. 0,60, e dev'essere provveduta d'uno sporto a banchetta, o d'una verga sulle quali si sogliono posare i piccioni prima di spiccare il volo, e di rientrare.

La seconda, e la quale deve essere in direzione della prima, è larga ordinariamente m. 1, e alta il doppio, ed è a vero dire costruita al duplice scopo di ventilare la colombaia e dar accesso in essa a chi deve visitarla, quando non vi sia altro ingresso interno. E a questo medesimo scopo che le aperture o finestre inferiori, sogliona dividersi in due parti a mezzo d'una traversa orizzontale, chiudendo la prima, ossia l'inferiore, e più alta della seconda, con una porta di accesso in cui si praticano alcuni fori circolari bastantemente larghi per non impedire la ventilazione, e la seconda, ossia la superiore, stabilmente con un graticolato di mattoni o tavelle come si usa fare per i fienili, e affine di permettere l'adito all'aria esterna.

I nidi della colombaia variano di forma e di materiale secondo i paesi in cui si costruiscono. I principali generi però sono a scaffale con cellette, a cestine di vetrice conficcate nel muro, a semplici tavole guernite di sponda o risalto, e infine a cassette in mattoni uniti col gesso. Queste ultime però sono le migliori, sì per economia che per solidità, e si costruiscono insieme coi muri della colombaia, incastrando in essi i mattoni a scacchiera sporgenti appena di 22 o 25 centimetri, e sui quali se ne pongono prima due in piatto e uniti nel mezzo, indi tre in coltello per formare le sponde, risultando così cassette di circa 4 decimetri quadrati, e alte per la larghezza del mattone.

Si avverta però che la fila più bassa di queste cassette sia sollevata dal pavimento per un metro almeno.

742. Bigattiera. — Quando non vogliasi profittare delle camere della casa rustica, dei granaj a delle stesse rimesse per la coltivazione dei bachi da seta, come consiglierebbe saggiamente una buona economia, e

vegliansi invece costruire appositi fabbricati per un servigio che dura appena poche settimane, è d'uopo anzi tutto curare che essi siano situati in località perfettamente asciutte, riparati da venti freddi infetti ed umidi, ed esposti al mezzogiorno e al levante, e a meglio dire con finestre in queste due direzioni.

Le dimensioni delle camere per la coltivazione dei bachi da seta si determinano in base a una delle seguenti formule, dovute la prima al *D'Arcet*, la seconda a *Dandolo*, e applicabili tanto pei piani terreni come nei piani superiori.

Detto g il numero dei grammi di semente che vuolsi coltivare, la cubicità della camera è espressa:

per *D'Arcet*

con m. c. 1,6 $\times g$ se nel piano terreno,
» m. c. 2,00 $\times g$ se nel primo piano;

per *Dandolo*

con m. c. 0,7 $\times g$ se nel piano terreno,
» m. c. 2,00 $\times g$ se nel primo piano.

È da avvertirsi però che l'altezza di queste camere non è bene sia mai inferiore ai m 2,70, nè superiore ai m. 4, per non rimanere troppo soffocate nel primo caso, e riescire difficili ad essere riscaldate nel secondo caso.

In prossimità alla bigattiera è d'uopo poi costruire un fabbricato per la foglia del gelso esposto sempre al nord, con piccole finestre per modo da farvi penetrare pochissima luce, e con dimensioni in superficie determinate in base a 6 metri quadrati per ogni 30 grammi di foglia.

743. Ventilazione dei fabbricati per gli animali. — I mezzi usati più comunemente per ventilare i fabbricati per gli animali, variano a seconda degli stessi fabbricati. A parte però i mezzi comunissimi di ventilare questi fabbricati con camini ordinari, o con aperture praticate a differenti altezze nei muri degli stessi fabbricati, e nelle quali si stabiliscono due correnti d'aria, l'una fredda dall'esterno all'interno nelle aperture inferiori, l'altra calda dall'interno all'esterno e nelle aperture superiori, correnti che poi si modificano a piacimento chiudendo più o meno le aperture medesime, di presente sono molto usati, siccome vantaggiosissimi, due nuovi metodi per ventilare i fabbricati per abitazione degli animali, quello cioè dei ventilatori a foggia di canna da camino, e comunemente detto anche *ventose*, e l'altro delle tele metalliche.

I primi si costruiscono col materiale che torna più a proposito relativamente alla spesa, a sezione circolare o quadrata con m. 0,35 di diametro o di lato, ed elevandole sopra il tetto a guisa di fumajuoli. Essi poi si devono aprire al livello della soffitta, debbono elevarsi verticalmente

e senza comunicazione nè col fenile, nè col granajo, e distribuirsi a distanza di 4 in 5 metri l'uno dall'altro, sui lati più lunghi della scuderia o stalla.

Le seconde, ossia le tele metalliche, si eseguiscono praticando delle aperture nei muri laterali, le quali poi si chiudono con tele metalliche fatte con maglie di m 0,008, e montate sopra imposte mobili.

Col primo metodo si producono due correnti d'aria nel locale a ventilare, l'una ascendente che trasporta le infezioni della stalla o scuderia al di fuori nell'atmosfera, l'altra discendente con aria pura dall'esterno.

Col secondo metodo le tele si oppongono all'introduzione nell'interno delle forti correnti d'aria, permettendo ad un tempo che l'aria guasta sorta dall'ambiente, mano mano che se ne introduce della nuova.

744. FABBRICATI PER RIPARO DELLE DERRATE, E DEGLI ATTREZZI E STRUMENTI RURALI. — Nella costruzione di questi fabbricati debbesi aver riguardo alla situazione, all'esposizione, e alle dimensioni da dare a ciascuno.

La situazione ha da essere al riparo dell'umidità, e dei venti; l'esposizione poi e le dimensioni variano con la speciale destinazione dei fabbricati, e i quali il limito, alle *cantine*, *granai*, *fienili*, *aje*, *concimaje*, e *rimesse*.

745. CANTINE. — Le cantine hanno da esser situate in luogo asciutto, e possibilmente sotto terra ad una profondità di 3 in 4 metri, per così conservare meglio i vini, e rendere più salubre la casa che vi si innalza. Quando però non si possa giungere a tanta profondità senza avere qualche filtrazione d'acqua, o si prosegue negli scavi salvando la cantina dall'umido con uno strato d'argilla impermeabile, e con controsmuro e pavimento di calcestruzzo, oppure si scava fino a che si può nell'asciutto e poi si aumenta l'altezza della cantina con un rinterro che, vale moltissimo a conseguire la salubrità dei piani superiori.

Non è raro però che le cantine siano sopra terra totalmente. In simil caso, e quando non possano profondirsi per circa metri 0,50 almeno, è d'uopo riparare i muri dal sole, o con larghe gronde, o con piantagioni d'alberi, e possibilmente con rincalzi di terra fatti esternamente ai muri.

L'esposizione della cantina e le poche finestre che debbono illuminarla, hanno da essere al nord, per potere così mantenervi costante la temperatura.

Le dimensioni infine della cantina, particolarmente per la superficie, quando non siano per essere subordinate alle dimensioni di lunghezza e larghezza della casa che vi si vuol eriger sopra, debbono essere determinate in base alle dimensioni dei vasi vinari che deve contenere, e alla distanza che dev'essere fra essi per il maggior comodo del servizio.

Dicendo ora l la lunghezza dei vasi che si adoprano, disponendo i vasi in due file con una corsia o passaggio fra esse, e lorga m 0,20 in più della stessa lunghezza delle botti, la larghezza L della cantina sarà espressa da

$$L = 2l + l + m.\ 0{,}20 = 3l + m.\ 0{,}20$$

La lunghezza poi L' della cantina detto D il maggior diametro del vaso vinario, n il numero di essi, e d la distanza che vuolsi lasciare fra i vasi nel punto stesso del maggior diametro, per cantino a doppia fila di vasi, la lunghezza è espressa da

$$L' = D \times \frac{n}{2} + d \times \frac{n-2}{2},$$

intendendo però d'avere in ambo le file addossate al muro le botti estreme, come comunemente si usa.

Che se poi, come anche si usa di fare, si addossano tutte le botti le une alle altre, in ciascuna fila, la lunghezza della cantina è espressa solamente da

$$L' = D \times \frac{n}{2}.$$

L'altezza infine delle cantine è comunemente dai m. 2,50 ai m. 4 a contare da sotto la chiave della vòlta. Quando però si volessero adoperare vasi superiori in capacità agli ordinari, l'altezza della cantina dev'essere per lo meno eguale alla maggior diagonale degli stessi vasi.

746 Granai. — I granai valgono a conservare i grani trebbiati fino al momento della loro vendita, o del loro consumo

Lo Scala distingue due sorta di granai, il chiuso cioè e l'aperto, o comune. Quello conserva i grani costantemente sottratti al contatto dell'aria; questo li conserva invece permettendo di ventilarli di quando in quando.

Il primo è formato da una fossa scavata sul vivo sasso, o nella terra asciutta, ed entro la quale si conserva il grano ricoperto da un ammasso di terra ben battuta per così impedire l'accesso all'aria ed all'acqua. In non pochi paesi però d'Italia e fuori, queste fosse si rivestono di muratura cementata di calce idraulica affine di evitare ogni benchè minima filtrazione

Il granaio comune od aperto ed il quale è sempre a preferirsi al granaio chiuso, è costrutto in muratura, possibilmente al piano superiore dell'abitazione del proprietario del podere o di chi lo governa, o in vicinanza di essa; dev'essere spazioso, asciutto, e a quattro venti, so à

possibile, o come altrimenti vogliasi con finestre aperte nella direzione principale dei venti *nord, est, sud, ovest.*

Le finestre hanno da avere le imposte di legno, per riparare i grani dal sole, dalla pioggia, dai venti umidi o caldi, e reticelle o maglie di filo di ferro, per salvare i grani dagli uccelli.

Il pavimento ha da essere costruito sodamente, e per modo da non produrre della polvere.

Il grano suolsi disporre nei granai, a mucchi alti da m. 0,50 a m. 1 secondo che il pavimento riposa o sopra un solaio comune, oppure sopra un solaio costruito con travi armate, o sopra una vôlta grossa costruita in pietre naturali o mattoni.

Alcuni poi consigliano di variare l'altezza del mucchio al variare dell'età del grano, divenendo esso meno pesante a misura che s'invecchia in causa alla maggiore disseccazione che esso subisce.

Prescrivono quindi di dare al mucchio un' altezza di m. 0,50 per il grano nuovo, ossia d'un anno, di m. 0,60 per il grano di due anni, e di m. 0,70 per il grano di tre anni.

D'ordinario la lunghezza dei mucchi s'interrompe con intervalli di 4 e 5 metri di lunghezza, per ogni 8 e 10 metri di lunghezza di mucchio, per così poter cambiare di posto il grano, accrandola al tempo stesso nel riversarlo a mezzo della pala, con la quale gli si fa descrivere una curva alta per circa m. 2.50.

Fra il mucchio poi e il muro è bene lasciare una corsia o passaggio di m. 0,80 a m. 1 di larghezza.

Le dimensioni della superficie dei granai variano secondo la loro importanza, i muri e i solai che li sostengono. Per riguardo poi all'altezza, comunemente si stima che un' altezza di m. 3 sia sufficiente a permettere una buona ventilazione.

Quando poi l'altezza fosse superiore, converrebbe stabilire nel granaio dei palchi distanti per circa m. 2,50 l'uno dall'altro, e riporvi su di essi dei mucchi di grano per così aumentare la capacità del granaio.

747. Fenile. — Quando le scuderie e le stalle siano ricoperte da una vôlta in muratura, il fienile può essere molto bene costruito sopra di esse senza pericolo che le cattive esalazioni possano danneggiare i foraggi, come d'ordinario accade quando il fienile si costruisce sopra le scuderie e le stalle ricoperte da un semplice solaio.

Ovunque però si costruiscano i fienili, e sia sopra le stalle o separati da esse, la loro capacità deve esser tale da conservare annualmente la quantità dei foraggi necessaria per l'alimentazione degli animali, cavalli, buoi, pecore, capre e montoni. Nel primo caso però avendo i fienili la stessa superficie delle stalle sulle quali s'isolano, la dimensione unica

che varia in proporzione della quantità di foraggio ècc è l'altezza la quale può giungere fino ai 7 o agli 8 metri Nel secondo caso invece potendo variaro tutte e tre le dimensioni di lunghezza, larghezza e altezza, variano più spesso le prime due per ragione di maggior comodità nel fienili a superficie maggiore

Ora il consumo dei foraggi e il quale si calcola in base al peso degli animali, varia relativamente alla specie e alla grandezza degli animali, relativamente al maggiore o minor tempo che essi stallano, o che essi pascolano nelle praterie, e relativamente infine alla qualità del foraggio, paglia, erba, radici, crusca ecc., che suppliscono al fieno.

Il consumo di fieno dei cavalli e buoi si calcola in ragione di chil 2,50 giornalmente, per ogni 100 chil. di peso per ciascun individuo, quello della vacca che offra in media 5 litri di latte al giorno, è di chilog 2,60 e anche 2,70 al giorno per ogni 100 chilogrammi del suo peso, quello delle pecore, capre e montoni è di chilog 1,50 per ogni 100 chilog di peso di ciascun animale

Poichè quindi il peso medio d'un buon cavallo da lavoro è di chilog 420, il consumo di esso sarà annualmente

$$\text{di chilog. } 2,50 \times 365 \times 4,20 = \text{chilog. } 3832,50$$

E siccome ogni 100 chilogrammi di fieno formano il volume d'un metro cubo, così per conservare tutto il fieno necessario al consumo annuo di un buon cavallo da lavoro occorrerà un fienile di m. c. 38,325.

Moltiplicando adunque questo volume per il numero dei cavalli che si hanno in scuderia si avrà il volume necessario al fienile.

Dividendo poi questo volume per la superficie delle scuderie determinata al paragrafo 736, si avrà l'altezza del fienile per il caso che esso vogliasi costruire sopra le scuderie; in caso contrario si sceglieranno le dimensioni come meglio torneranno a comodo, sempre però in base al volume determinato per i fienili.

Quando poi si volesse sostituire al fieno altro foraggio, si determinerebbe il volume o la capacità del fienile, determinando prima in qual proporzione per 100 si vuol risparmiare il fieno. Così ad esempio volendo risparmiare il 40 per 100 di fieno, per sostituirlo con paglia, avena ecc., occorrerà per ogni cavallo una capacità di fienile che sia nella relazione del 60 per 100 di ciò che era prima, ossia di m. c. 38,325, quindi di m. c. 23,095.

Facendo un analogo ragionamento per il fienile dei buoi e vacche, calcolati i primi del peso di chilog. 500, e le seconde di chilog. 330 supponendole da latte, la capacità o volume del fienile medesimo sarebbe per ogni bue di m. c. 45,620, e per ogni vacca di m. c. 30,112, occor-

rende pei primi chilog. 4562,50 di fieno annualmente e per individuo, e per le seconde chilog. 3011,25, quando però si alimentassero di solo fieno. Ove poi il fieno si sostituisse altro foraggio, occorrerebbe determinare prima in qual relazione sarebbe il foraggio sostituito per quindi stabilire il minor volume occorrente per il fienile dei buoi, e quello delle vacche.

Dividendo anche in questo caso il volume del fienile e per la superficie delle stalle determinata al paragrafo 737, quando il fienile si volesse costruire sulle stalle, oppure per quell'altra superficie che meglio piacesse, si conoscerebbe l'altezza dello stesso fienile.

Il volume del fienile per pecore, capre o montoni, si determina operando malogamente a quanto ho indicato per quello dei cavalli e dei buoi.

La situazione poi dei fienili, ove non si costruiscano sopra le stalle, ha da essere in località non molto discosta da queste per non renderne disagiato il servigio. Le finestre poi hanno da essere aperte alle esposizioni dell'est e del nord, e alcune hanno da potersi chiudere con imposte di legno, altre hanno da essere costantemente chiuse con graticolato di mattoni e tavelle, per così dare libero accesso all'aria nell'interno del fienile.

748 Aja. — L'aja è un'estensione più o meno grande di terreno ben battuto e consistente, posto in località sana ed asciutta, e nella quale si trebbia il grano, si batte il formentone, si sgranano baccelli, e si costruiscono i pagliaj che servono a foraggio degli animali, i buoi e le vacche particolarmente.

Più spesso essa è nel mezzo della fattoria, massime quando questa sia stata costruita nel centro del podere.

Le dimensioni dell'aja devono essere proporzionate al servigio che questa deve prestare, in base però al maggior reddito del podere, il quale come ben si sa, è sempre in grano.

E poichè i servigi stessi della trebbiatura del grano, battitura del formentone, e sgranatura dei baccelli, si fanno d'ordinario a epoche diverse, sebbene vicinissime le une alle altre, atteso il tempo differente della maturazione dei principali prodotti, così le dimensioni dell'aja si possono determinare in base allo spazio occorrente per stabilire le cataste dei covoni di grano, e quello per la trebbiatura, e infine a un terzo spazio valevole a contenere i pagliaj di grano non solo, ma ancora del formentone, potendosi i lavori consimili per il formentone, e pei fagiuoli, ed altri legumi, compiersi nella stessa aja in cui si compirono i lavori per il grano.

Ora, essendo provato che un m. c. di covoni di grano offre da 28 a 30 litri di grano, e usando di determinare a ettolitri il reddito di grano

d'un podere, per ogni ettolitro occorreranno m. c. 3,33 circa, e per *n* ettolitri,

$$m.\ c.\ 3{,}33 \times n.$$

Dividendo quindi questo volume per l'altezza della catasta che si vuol formare coi covoni, e la qual'altezza non è mai d'ordinario superiore ai m. 3, avendo però stabilita la forma della catasta, se prismatica cioè o conica, e detta a quest'altezza, la superficie dell'aja necessaria per accatastare i covoni di grano del podere sarà espressa da

$$S = \frac{3{,}33 \times n}{a}.$$

Questa superficie però è d'uopo aumentarla d'una superficie per la trebbiatura, e la quale varia secondo il metodo usato nel trebbiare, e d'una superficie pei pagliaj di grano e di formentone. Quest'ultima superficie poi si determina in base alla considerazione che un ettolitro di grano trebbiato offre m. c. 3,654 circa di paglia.

Or dunque se gli ettolitri sono n' il volume di paglia che essi offriranno, sarà espresso da

$$m.\ c.\ 3{,}654 \times n'.$$

Dividendo quindi anche questo volume per l'altezza del pagliajo, sempre però ben intesa dopo averne determinato la forma, o dei singoli pagliaj se l'altezza di ciascuno non vuolsi superi, come comunemente usasi di fare, i 10 a 12 metri, si avrà la superficie dell'aja necessaria ai pagliaj espressa da

$$S' = \frac{3{,}654 \times n'}{a'} \times m',$$

se a' è l'altezza di ciascun pagliajo, ed m' il numero di essi.

Perchè poi i pagliaj non siano a contatto fra loro, è d'uopo aumentare l'ultima superficie ottenuta del 1/3 circa della superficie medesima.

749. Concimaia. — La concimaia deve essere costruita sopra uno strato di argilla battuta, alta per m. 0,30 quando il terreno su cui è costruita non sia impermeabile per natura; deve essere esposta al nord della fattoria, e al riparo dei raggi solari; e deve infine essere in prossimità ai luoghi di produzione, ossia alle scuderie e alle stalle.

La buona costruttura della concimaia richiede, che la fossa che si scava per contenerla sia poco profonda, e che la superficie di base di questa fossa, superficie ordinariamente rettangolare, sia disposta nel senso della lunghezza, su due declivi di m. 0,05 per metro, entrambi

concorrenti al mezzo della stessa area, ove si scava un pozzetto valevole a conservare la parte liquida del concime, col fondo impermeabile, e perciò rivestito di muratura cementata con calce idraulica. Per solito, i lati lunghi della concimaia oltre essere rivestiti d'uno strato d'argilla, come dissi già di dover fare pel fondo di essa, quando il terreno non sia per sua natura impermeabile, e come lo sono anche i lati più piccoli, sono rivestiti di muratura quasi a sostegno delle sponde della stessa concimaia elevate in tutti i lati al disopra del livello del terreno circostante con la terra degli scavi fatti, per ovviare così alle inondazioni del circostante terreno, a impedire che trabocchino le acque che vi cadono naturalmente, trasportando seco tutto ciò che disciolsero.

Le dimensioni della fossa per la concimaia sono in proporzione del consumo del foraggio per l'alimentazione giornaliera degli animali che stallano nel podere, e della lettiera che per essi occorre.

Ora si calcola che ogni cavallo e ogni bue producano giornalmente, fra consumo di foraggio e lettiera, da 50 chilogrammi circa di concime per ciascuno, per cui in capo all'anno chilogrammi 18,250. Non è però ciò conforme al vero, dacchè nè i cavalli nè i buoi sono sempre in stalla, e questi ancora meno di quelli. È perciò che la quantità del concime riducesi d'ordinario annualmente a chilogrammi 12170 per i cavalli, e chilogrammi 9125 per i buoi.

In base agli stessi principii, la quantità di concime prodotta annualmente dalle vacche lattaie si calcola in chilogrammi 9000, quella delle pecore che stanno fuori dell'ovile per la metà dell'anno, in chilogr. 1000, e quella infine dei maiali da 17 chilogrammi circa di peso vivo, in chilogrammi 4600.

Adunque dicendo c il numero dei cavalli, b quello dei buoi, v quello delle vacche, p quello delle pecore capre o montoni, m quello dei majali, il volume del concime che può raccogliersi annualmente, calcolando a 800 chilogrammi il peso d'ogni metro cubo del concime medesimo, sarà espresso da

$$V = \frac{12170 \times c + 9125 \times b + 9000 \times v + 1900 \times p + 4600 \times m}{800}.$$

Dividendo poi questo volume per l'altezza media a cui suolsi portare un ammasso di concime, e che d'ordinario non supera i m 1,50 si avrà la superficie della fossa, base della concimaia, espressa da

$$S = \frac{V}{1,50} \text{ (a)}$$

Siccome però, e come comunemente avviene, le concimaie si rinnovano ogni 6 o 7 mesi, così, la superficie della base per la stessa concimaia è ancora più piccola di quella espressa dalla relazione (a), ed è meglio perciò rappresentata dalla seguente

$$S = \frac{V}{1{,}50} \times \frac{7}{12}.$$

750. Rimesse. — Le rimesse valgono a riparare dalle intemperie delle stagioni gli strumenti e gli attrezzi occorrenti nel podere.

La loro costruzione risguarda la situazione o la località in cui devonsi erigere, e le loro dimensioni.

La località è sempre bene sia quanto più prossima all'aja, punto d'arrivo e di partenza di tutti i carri e strumenti addoperati, sia nei trasporti, sia nei lavori occorrenti nel podere.

Le dimensioni poi sono determinate in base ad un'altezza di 4 o 5 metri che alle rimesse usasi di dare, e alla superficie occorrente ai carri, tanto carichi quanto vuoti, alle carrette, agli aratri, erpici e a tutti gli altri strumenti per la coltura dei campi.

Generalmente si calcola che

Per un carro carico di fieno o di biade in paglia, occorre una superficie di	m. q	22,00
Per un carro vuoto	»	11,00
Per una carrettella a un cavallo	»	3,00
Per una barella	»	5,30
Per un aratro col suo traino	»	5,00
Per un erpice	»	1,54

Adunque la superficie occorrente ad una rimessa in cui debbansi riporre C carri carichi, C' vuoti, C'' carrettelle, B barelle, A aratri ed E erpici sarà data da

$$S = \text{m. q } 22 \times C + \text{m. q } 11 \times C' + \text{m. q } 3 \times C'' + \text{m. q } 5{,}30 \times B + \text{m. q } 5{,}30 \times H + \text{m. q. } 1{,}54 \times E.$$

È d'uopo però aumentare questa superficie di tanto quanto basti a concedere lo spostamento d'ogni singolo oggetto, lasciando al tempo stesso una corsia nel mezzo larga per la larghezza del maggior carro.

Capitolo XI.

Costruzioni idrauliche.

751. Considerazioni generali. — Diconsi *costruzioni idrauliche* tutte quelle opere d'arte erette allo scopo di contenere le acque entro certi limiti, ed ovviare alle rotte che tanto danno arrecano alle circostanti

campagne, o di serbarle, o condurle entro tubi e canali manufatti, per disporne poi a servizio dell'economia domestica, o a benefizio dell'industria e della agricoltura.

La condizione principalissima a soddisfarsi nella costruttura di queste speciali opere d'arte è la stabilità, la quale si consegue sempre, e con la scelta dei materiali i più adatti alla particolarità delle opere, e col tenersi anziché nò più larghi, in quelle dimensioni che le stesse opere richiedono.

La situazione e la bellezza, non hanno nelle costruzioni idrauliche la importanza medesima che si ebbero nelle costruzioni civili e rurali, sia perché quella spesso ne viene imposta, senza punto aver riguardo nè all'esposizione, nè alla località in cui debbono edificarsi le opere che si richiedono, sia perché questa, ossia la bellezza, attesa la semplicità delle forme che comportano le maggiori opere idrauliche, non ha il largo campo d'apparire come nelle costruzioni civili e rurali, e non forma perciò dota principale delle opere stesse.

Ora le costruzioni idrauliche che limitatamente allo scopo di questa opera, intendo di studiare, sono gli *argini*, le *chiuse*, i *sostegni*, i *canali di condotta d'acqua, e le principali opere d'arte necessarie per la dispensa delle acque per usi industriali*, e *per la distribuzione delle medesime a vantaggio dell'economia domestica.*

752 Argini. — Diconsi *argini*, quelli strati di terra destinati ad impedire l'espansione delle acque correnti o stagnanti.

Il corpo costituente un argine ha d'ordinario quattro faccie, e cioè una appoggiata alla superficie della campagna ove s'innalza, e che dicesi *base* dell'argine, una seconda opposta a questa, che guarda direttamente il cielo, e che dicesi *suolo*, *piano*, o *soglia* dell'argine, e due altre lateralmente, ed ugualmente o disugualmente inclinate, che diconsi *scarpe* dell'argine, e da distinguersi poi con l'appellativo d'interna ed esterna, secondo che guardano il fiume, oppure la campagna.

Il piano o soglia dell'argine è sempre una superficie convessa per così meglio favorire lo scolo delle acque.

Meno spesso poi gli argini sono privi della soglia, e le due scarpe si riuniscono in una linea che dicesi *cresta*, dicendosi in tal caso gli argini stessi, *argini a cresta*.

Quella linea situata lungo la base d'un argine, dividendo questa per metà, dicesi *linea* o *traccia* dell'argine. Tagliando poi l'argine con un piano perpendicolare alla di lui traccia, si ha il profilo dell'argine, che può essere quadrilatero o triangolare, secondo che è a soglia o a cresta, come lo presentano le due parti A o B della figura 158ª. Dicesi quindi *altezza del profilo o dell'argine* la verticale corrispondente a un punto qualsiasi della traccia, e compresa fra questa e la soglia o la cresta.

753. Classificazione degli argini. — Gli argini si classificano differentemente secondo gli uffici che compiono, o secondo la loro collocazione.

Per riguardo all' officio si distinguono:

in *argini maestri*, se si costruiscono lateralmente ai fiumi per modo da impedire l'espansione delle acque, quando queste s'innalzano al di sopra delle naturali sponde del fiume stesso,

in *argini traversagni*, se si costruiscono attraverso la campagne per arrestare i progressi d'una qualche inondazione;

in *argini circondari*, se si costruiscono tutt'attorno ad un compressorio di bassi fondi, quasi a formare una cinta alle acque che in essi riposano;

e infine in *argini cavedoni*, se si costruiscono attraverso un fiume o canale, per così togliere la comunicazione fra il tronco superiore e l'inferiore.

Ordinariamente gli *argini maestri* si costruiscono lasciando un tratto di terra fra la linea di base dell'argine, e l'estrema linea della sponda naturale del fiume, al quale dassi il nome di *golena* o *restara*, e alla scopo non solo di fornire la maggior parte della terra per costruire l'argine, ma ancora di assicurare l'argine stesso dalle immediate corrosioni, lasciando luogo alla sovrabbondanza delle acque, in caso di piena, di scaricarsi, senza gravarsi sull'argine medesimo.

Gli argini privi di *golena*, diconsi *in froldo*.

Per riguardo poi alla loro collocazione, gli argini si classificano:

in *longitudinali* o *laterali*, se corrono parallelamente alle acque,

ed in *ortogonali* o *trasversali*, se sono costruiti perpendicolarmente o quasi perpendicolarmente alla direzione del corso delle acque.

754. Opportunità degli argini longitudinali o trasversali. — La opportunità di questi argini è consigliata dallo scopo particolare che vuolsi ottenere, se cioè di contenere e mantenere le acque in condizioni regolari perchè non abbiano a traboccare, nel qual caso si costruiranno gli argini longitudinali, o se di modificare l'andamento irregolare e sfrenato d'un corso d'acqua, correggendone i difetti, nel qual caso è meglio costruire gli argini trasversali od ortogonali.

I primi si costruiscono con andamento presso che parallelo alle sponde o ripe del corso d'acqua, modificato però, o con frequenti insenature della corrente, o con raccordamenti con archi di circolo di raggio molto grande, in tutti quei tratti nei quali la corrente stessa presenta molteplici e risentite tortuosità. Essi poi debbono essere costruiti a tale distanza fra loro, massime se sono in froldo, che le acque non abbiano, nè ad acquistare una gran velocità, causa la ristrettezza della sezione, da impedire

la navigazione nei fiumi navigabili, da corrodere e trasportare le materie costituenti il fondo e le ripe del fiume, o da corrodere e scalzare le stesse basi degli argini; nè a rallentarsi per modo nella loro velocità, causa una eccessiva larghezza di sezione, da cagionare interrimenti ed alzamenti del fondo dell'alveo del fiume. Gli argini longitudinali con golena, presentano maggiore stabilità, e sono quelli che generalmente si preferiscono, impedendo la golena, che le acque, allorquando hanno sorpassato il ciglio delle ripe, corrodano il petto e la base dell'argine che guardano le acque.

I secondi, ossia i trasversali, si costruiscono per coppie, disponendo entrambi gli argini di ciascuna coppia per modo, che la loro direzione, sia perpendicolare alla corrente in quei tratti del corso d'acqua ad arginarsi che abbiano un andamento rettilineo, e perpendicolare alle curve, concava o convessa verso la corrente, in quei tratti, del corso d'acqua ad arginarsi, con andamento curvilineo.

Il *Curioni*, nel volume delle *Costruzioni civili, stradali e idrauliche* della sua opera già citata, suggerisce nei tratti rettilinei, di disporre gli argini di ciascuna coppia per modo, che la loro direzione sia per l'uno, normale alla curva convessa verso corrente, per l'altro, partendo dal punto ove la direzione già determinata dal primo, incontra col suo prolungamento la curva concava verso corrente, abbia la sua direzione perpendicolare al prolungamento della tangente condotta alla curva, nel punto dell'argine precedente costruito dalla stessa parte della curva concava, come mostra la figura 159ª negli argini A *a*, A' *a'*, B *b*, B' *b'* ecc.

Gli argini trasversali, o si prolungano nella medesima direzione fino dove le acque delle massime piene possano avere ancora qualche effetto, quando la distanza del terreno insommergibile è notevole, o si prolungano fino a due argini longitudinali che congiungono tutte le coppie di argini trasversali, nello stesso caso dell'eccessiva distanza dei terreni insommergibili, e nel qual caso gli argini trasversali si dicono *contenitori*, o finalmente, e quando la distanza non sia eccessiva, si prolungano fino al terreno insommergibile, fino al terreno cioè la cui superficie è allo stesso livello del suolo o soglia degli argini.

Ciascuna coppia d'argini trasversali producendo com'è facile a intendersi, un ristringimento di sezione nell'alveo in cui trovasi costrutta, obbliga l'acqua a passare nella sezione che rimane fra gli estremi degli argini, e mantiene per tal modo il filone nel mezzo della stessa sezione. A bene raggiugere però questo scopo, è necessario che la distanza degli estremi degli argini d'una stessa coppia, sia determinata per modo che la sezione che rimane fra essi non sia, nè ristretta da far aumentare la velocità delle acque, e far temere escavazioni di fondo, o eccessive

sopra-elevazioni nelle massime piene, nè larga a modo da invitare, direi così l'acqua, a portarsi più verso l'uno che l'altro degli argini d'una coppia, facilitando in quello ove si parta degli interrimenti, che tornano a danno dell'altro argine della coppia.

Ciò che occorre ancora di determinare negli argini trasversali è la distanza fra due coppie successive dei medesimi. In proposito a ciò non poche sono le opinioni dei pratici, e i consigli che essi danno per la miglior soluzione del problema. Stimando però più razionale l'opinione del Professore *Cavalli*, consiglio, come egli fa nella sua opera già citata, di tenere detta distanza fra i 350 e 400 metri per le coppie a stabilirsi nei fiumi, e fra soli 200 a 250 metri ove si avessero a stabilire nei torrenti a rapido corso.

755. Pignoni — Diconsi *pignoni* gli estremi degli argini trasversali rivolti verso le acque. Essi si conformano differentemente, e secondo i tre sistemi conosciuti più particolarmente coll'appellativo di *pignoni semplicemente conici*, *pignoni conici con dente*, e *pignoni del Foccacci*.

I *pignoni semplicemente* conici sono tronchi di cono retto con inclinazione eguale alle faccie laterali dell'argine, e con le quali si raccorda la superficie convessa del tronco di cono, come dimostra la fig. 160ª.

I pignoni semplicemente conici hanno il difetto, testo cessata la piena, di permettere all'acqua che essi trattengono, di portarsi verso il mezzo del fiume o torrente in cui sono stabiliti, scorrendo contro la faccia a monte degli stessi pignoni con qualche velocità, e conseguentemente corrodendo le stesse faccie.

A ovviare in buona parte a questo difetto, si pensò d'armare d'un dente la faccia a monte del pignone, come lo mostra la fig. 161ª, per così trattenere contro la detta faccia un prisma d'acqua stagnante, o presso che stagnante, ed allontanare dalla medesima la cagione della corrosione, che è unicamente la velocità con cui scorrono le acque su di essa.

L'ingegnere *Foccacci*, a togliere il risalto del dente, e il quale può essere principio di corrosione non reggendo l'acutezza dell'angolo all'urto delle acque, propose di conformare i pignoni ad una curva colla concavità a monte, e come presenta la figura 162ª, raccordando il pignone all'argine con una curva *o m*, che cresce di corda e di saetta col crescere della velocità dell'acqua discendente sulla faccia a monte, testo cessata la piena, e dando alla parte estrema dello stesso pignone, una base inferiore limitata da una semiellisse *a b d*, avente per semiasse inferiore *a c* e per semiasse maggiore lo stesso *a c*, più la larghezza dell'argine al suo piano, per base minore un semicircolo di diametro eguale alla larghezza dello stesso piano, e per superficie laterale, quella generata da una retta che si muove passando per tre punti, un punto cioè della verticale projettata

orizzontalmente in c, un punto della semicirconferenza della base minore e un punto della semiellisse della base maggiore

756 COSTRUTTURA DEGLI ARGINI. — La costruttura degli argini, ne obbliga allo studio delle dimensioni che ad essi si convengono, e allo studio della loro materiale costruttura.

757. DIMENSIONI DEL PROFILO DEGLI ARGINI — Le dimensioni a determinarsi sono l'*altezza*, la *pendenza* o inclinazione delle faccie, e la grossezza dell'argine.

L'altezza del profilo d'un argine si determina in base all'altezza che potrà avere l'acqua nelle massime piene, in base alla diminuzione o calo che soffrirà naturalmente l'altezza dell'argine nell'assodarsi, e in base infine alla maggiore altezza che dovrà avere l'argine già assodato, sull'altezza delle acque che l'argine deve sostenere.

Ora la diminuzioe che soffre l'altezza d'un argine nuovo nell'assodarsi, dipende dalla qualità della terra, dall'essere la medesima più o meno pestata e tritolata, e dalla materiale costruttura dell'argine. Essendo però risultato da alcune osservazioni, che l'altezza d'un nuovo argine soffre un calo per le ora dette cagioni di circa 1/8, usasi di presente di dare al profilo d'un argine nuovo, tale un'altezza, che diminuita d'un suo ottavo, dia l'altezza che l'argine dovrà presentare quando sarà assodato. E poichè quest'altezza deve superare quelle delle massime piene d'acqua, di m. 0,60 per lo meno, così l'altezza stessa, detta a, quella delle massime piene, è espressa da

$$x - \frac{x}{8} = a + \text{m } 0{,}60,$$

per cui

$$x = \frac{8}{7}(a + \text{m } 0{,}60)$$

Generalizzando questa formula, e supponendo che la diminuzione dell'altezza d'un argine coll'assodarsi fosse la n^{esima} parte dell'altezza che esso ha appena costruito, e che il medesimo argine, assodato che si fosse, dovesse superare di s l'altezza a delle massime piene d'acqua, l'altezza del profilo di detto argine, sarà espressa da

$$\frac{n}{n-1}(a+5) \text{ (1)}$$

(1) *Bordoni Trattato degli argini di terra. Milano, 1820.*

L'inclinazione delle scarpe d'un argine deve essere tanto più notevole, quanto più è grande l'altezza dell'argine, quanto più è esposto all'urto della corrente, e quanto infine è meno buona la qualità della terra con cui si costituisce, e quella del fondo o del terreno su cui s'innalza.

L'inclinazione poi varia ancora secondo che si riferisce alla scarpa interna od esterna dell'argine.

D'ordinario, alla scarpa interna, suolsi dare un'inclinazione di 2 di base per 1 d'altezza, se l'argine è costruito con terra argillosa; di 3 di base per 1 d'altezza, se nella terra predomina la sabbia; di 4 infine di base per 1 d'altezza, se la terra è di cattiva qualità.

Alla scarpa esterna poi, o si dà l'inclinazione che compete naturalmente alla terra con cui si costruisce l'argine, oppure si dà l'inclinazione di 3 di base per 2 d'altezza

La grossezza infine degli argini, si determina in base all'inclinazione delle scarpe, e alla larghezza del piano o soglia dell'argine, che si fa comunemente non mai inferiore di m. 2, conformando poi la superficie del piano medesimo, ad una curva convessa, avente la stessa larghezza per corda orizzontale, e 1/20 circa della stessa larghezza per saetta. La grossezza medesima però si potrebbe determinare ancora a mezzo del calcolo, e colle leggi della resistenza che il corpo dell'argine deve opporre alla pressione dell'acqua corrente o stagnante, e come dimostrerò nel *Libro VII*.

758 Materiale costruttura degli argini. — La materiale costruttura degli argini ne obbliga:

1° allo studio della traccia dell'argine,

2° alla scelta dei luoghi da cui prendere la terra,

3° allo studio della costruttura materiale propriamente detta.

La traccia d'un argine, che come dissi già è la proiezione nella base di esso, della linea che divide per metà e per il lungo il suo piano o soglia, si determina in rapporto alla bontà, o meglio alla durata e stabilità dell'argine. Perciò, allorchè siano a costruirsi degli argini per sostenere le acque di un fiume o torrente, i quali abbiano i loro letti molto variabili, come avviene generalmente pei torrenti, e per il tronco superiore dei fiumi, particolarmente se sono di gran portata e torbidi, è d'uopo attendere a determinare la traccia dell'argine, che i letti medesimi siano stabiliti, o quanto meno che si sia fatto un certo periodo nella loro variazione. Considerando poi che comunque grandi possano apparire le variazioni del letto d'una corrente, pure esso si mantiene generalmente fra due date linee, dalle quali difficilmente sorte, uopo è costruire l'argine fuori dello spazio compreso fra queste linee medesime, lasciando però, e per lo scopo che ho già accennato, una larga lista di terra fra l'argine a costruirsi e la ripa della corrente.

Colla traccia è bene ancora non passare sopra fossi d'acqua che non si possano chiudere, per non obbligarsi a costruire delle chiaviche, le quali a parte la spesa considerevole in cui impegnano, sono sempre pericolose per le arginature; sopra terreni che siano stati fondi di paludi asciugate da poco tempo; sopra terreni torbosi, e sopra terreni composti di più strati differentissimi, particolarmente se alcuni strati sono di argilla e altri contigui sono di sabbia o ghiaja, come si verifica in alcune alluvioni del Po.

Ora ad evitare che un argine possa rovinare per difetto di solidità nel terreno che gli serve di base, è bene far precedere alla costruttura dell'argine, e contemporaneamente alla determinazione della traccia, esplorazioni e saggi sul terreno medesimo sia a mezzo di pozzi, sia a mezzo di *tasti* o *tente*.

Siccome però non poche volte, e comunque sia sagace il costruttore nella determinazione della traccia d'un argine, deve essa traversare dei terreni la cui costituzione non sarebbe adatta a sostenere il carico d'un rialzo di terra, o altro solido di muratura, così è bene ricovvenirsi delle norme generali date al paragrafo 516, in proposito ai migliori mezzi da usarsi per costruire dei rilevati in terreni di nessuna resistenza, tenendo sempre larga la base dell'argine medesimo per meglio protrarne le sue scarpe.

Per riguardo ai luoghi da cui prendere la terra, è consigliato di scegliere le golena per gli argini longitudinali, scavando la medesima a scacchiera, per evitare dei fossi che nelle circostanze delle piene possono dirigere le acque o contro o parallelamente agli argini, e lasciando sempre tanto fra gli scavi e la ripa del fiume, quanto fra quelli e la base dell'argine, una larga lista di terra intatta, non mai minore di m. 0,75 a m. 0,80 per così facilitare il deposito delle torbide, e otturare a mezzo di esse gli scavi fatti, e la campagna a monte degli argini, quando questi debbono essere ortogonali, scavando in questo caso la terra, da cavi di poca altezza e di grandissima estensione orizzontale.

Non è raro poi che per gli argini longitudinali si debba prendere la terra dalla stessa campagna che vuolsi difendere con essi. In simil caso, è bene scegliere il sito il più distante dall'argine a costruirsi, compatibilmente però colla spesa del trasporto, e con le altre condizioni necessarie.

Infine la materiale costruttura dell'argine obbliga: 1° a scegliere le stagioni piovigginose, siccome quelle che meglio favoriscono il grado di umidità necessario alle terre per formare un tutto solido ben unito e compatto, 2° a costruire gli argini a tempo per modo che le terre si trovino costipate prima che su di essi vi si appoggino le acque, evitando

così un certo danno; 3° a purgare il terreno che servir debbe di base all'argine, dalle erbe o sterpaglie che vi si trovassero, e solcarne il terreno stesso coll'aratro, oppure fare in esso dei fossi longitudinali, i quali riempiti della stessa terra dell'argine, valgano d'immorsature nel terreno all'argine medesimo, 4° a costruire gli argini con terra purgata di ogni materia estranea non gelata, ed ottimamente stritolata, e a strati orizzontali non più alti dai m. 0,15 a m. 0,20, usando però, nel caso si avessero ad impiegare terre di diversa qualità, di formare la base, la faccie interna e la soglia dell'argine con le migliori terre, le faccie esterne con le terre sabbiose, e il corpo dell'argine colla terra argillosa; 5° infine a incominciare la costruzione degli argini tanto longitudinali che ortogonali a monte della corrente, per aver così già incanalato per un tratto le acque, nel caso d'un inaspettata piena, ed ovviare al pericolo che la medesima possa smovere l'argine non ancora assodato. In un sol caso, e quando debbansi costruire gli argini per alzare le sponde d'un fosso fatto per dare lo scolo ad acque sparse qua e là sulla campagna, consiglia il *Bordoni*, nel suo trattato già ricordato sugli argini di terra, di incominciare la costruzione da a valle del corso d'acqua, perchè così le campagne inferiori abbiano già l'argine assodato, quando all'asciugarsi delle campagne superiori, s'aumenta in esse l'acqua.

Quando si deve unire o impigliare un nuovo ad un vecchio argine, si avverta di levare l'erba che si trova nelle scarpe o nei luoghi d'unione di questo col nuovo, e di fare queste unioni medesime a mezzo d'immorsature orizzontali a guisa di gradini, con altezze eguali a quelle degli strati orizzontali dello stesso argine nuovo.

Si avverta ancora che ove debbano costruirsi argini in froldo, devesi prima verificare se la sponda a ripa del fiume, sul cui ciglio s'erige l'argine, sia bastantemente solida da sostenere il peso della porzione di argine che cade su di essa, e in caso contrario ridurla a buona solidità, sia rivestendola o anche facendola interamente artificiale, sia a mezzo di una palificazione fatta coi migliori consigli dell'arte.

A ridurre poi alle volute inclinazioni a scarpe le faccie interna ed esterna d'un argine, o si procede nella costruzione di esso a mezzo di sagome o modelli di differenti profili dell'argine, e i quali stabiliti sulla sua base e a dati punti della sua traccia, si levano mano mano che procede innanzi la costruzione, oppure a mezzo di sagome delle sole scarpe, poste non mai a distanza maggiore di cento o centocinquanta metri l'una dall'altra, e sulle quali gli operai si regoleranno nella costruzione dell'argine.

I mezzi di trasporto poi delle terra necessarie alla formazione degli argini sono quelli medesimi veduti già nel Capitolo III del *Libro terzo*

di quest'opera, al qual libro rimando il lettore per quelle altre considerazioni a farsi nella costruzione degli argini, che non differiscono dai rinterri o terrapieni, veduti già nel libro medesimo, che nello scopo loro particolare.

759. Rivestimenti di ripa e degli argini — Diconsi rivestimenti i lavori d'arte che si fanno sulle ripe e sugli argini allo scopo di accrescere, o almeno conservare le buone qualità che quelle e questi possono avere.

Ora i principali lavori che meglio convengono al proposito, sono

a) le *incamiciate di stuoie*, o di *arelle* o *grisole*,

b) i *piantamenti di verde*, o a *boschetto*,

c) le *incamiciate di pietre* sia a secco o con malta, e le *incamiciate di calcestruzzo*,

d) le *palafitte* o *paradori*,

e) le *gabbionate* o *buzzonate*,

f) le *fascinate* o *lavori di rosta*

760. Incamiciate di stuoie, d'arelle o grisole — Sono questi i più semplici e leggieri rivestimenti da praticarsi unicamente per ripe e argini formati da terra non tanto facili a scoscendere, e che limitano corsi d'acqua di piccola velocità

Le incamiciate si costruiscono ricoprendo la ripa o la scarpa dell'argine con semplici stuoie, oppure con *arelle* o *grisole* che non sono altro che stuoie di cannuccie palustri intessute con treccie di strame, e assicurandole con paletti conficcati a convenienti distanze nella ripa o nella stessa scarpa dell'argine, ai quali poi si legano con vimini per maggior solidità dell'opera di rivestimento.

761. Piantamenti di verde o a boschetto — Essi si fanno con pertiche fresche di salico, di ontano, o d'altro legno facile a germogliare nell'umido, lunghe di 2 in 3 metri, e col diametro di m 0,04 o m 0,05 Esse si piantano verticalmente alla distanza di m. 0,30 in m 0,40 l'una dall'altra, e in tante file parallele egualmente distanti fra loro, curando però che le pertiche o i piantoni si alternino fra due file successive Con altre pertiche poi, e longitudinalmente e obbliquamente disposte, si collega il piantamento fatto per modo da formare vani di figura romboidale da riempirsi di terra e di sarmenti Ove questi piantamenti vengano costruiti fra l'autunno e la primavera, producono un boschetto tanto folto da reprimere la velocità della piene, e promuovere le deposizioni delle torbide, colle quali si protrae la ripa

762 Incamiciate di pietre a secco o con malte, e incamiciate di calcestruzzo — Le incamiciate di pietre a secco, attesa la poca stabilità che presenta questo genere di rivestimento, non s'impiegano che a ri-

vestire argini o ripe di corsi d'acqua di piccola velocità La costruzione poi di queste incamiciate procede con le stesse norme date al paragr 512, usando però pietre di grossezza anche minore di quelle che consiglia lo stesso paragrafo, ove le medesime incamiciate valgano a preservare dalla azione corroditrice delle acque correnti, terre non tanto facili a scoscendere

Quando poi le incamiciate di muri a secco si volessero usare per ripe di corsi d'acqua di notevole velocità, è buon consiglio della pratica di assicurare la loro stabilità, facendole appoggiare contro una solida pietrata stabilita fra due file di pali posti a distanza di metri 1 circa l'uno dall'altro e rilegati con catene, come mostra la fig 163ª che suppongo sia una sezione trasversale dell'opera

Le incamiciate poi in pietra con malta, o in calcestruzzo, oltrechè si limitano più particolarmente a rivestire ripe o argini di corsi d'acqua con notevole velocità, si costruiscono unicamente sopra terre già assodate per naturale costipamento, o per artificiale compressione

Esse poi si stabiliscono sopra una larga e solida fondazione, a partire dalla quale, e venendo verso il ciglio della ripa o dell'argine, si dispongono le pietre a filari regolari, e normalmente all'inclinazione della faccia che si riveste, collegandole bene fra loro con molta e buona malta

La muratura in calcestruzzo poi si costruisce a mezzo d'un incassamento a faccie parallele o inclinate secondo che si desidera costruire le incamiciate d'eguale spessore, oppure a spessore che diminuisce dalla base al ciglio Anche le incamiciate a pietre con malta si possono eseguire a spessore uniforme o differente negli estremi In questo caso usasi dare la larghezza d'un metro alla fondazione sulla quale è stabilita l'incamiciata, di 80 centimetri alla base della stessa incamiciata e solamente di 30 centimetri al ciglio dell'incamiciata medesima

È da avvertirsi poi che a sempre più assicurare la stabilità di simili rivestimenti, è bene formare delle gettate di pietre di notevole volume intorno alla fondazione su cui si innalzano le incamiciate, particolarmente quando queste rivestono ripe di corsi d'acqua continuamente agitata, e di rapido corso

763. Rivestimenti con palafitte o paradori — Sono questi, comunque non tanto giovevoli, causa i vortici che si formano nella corrente avanti ad essi, o pei quali riesce inefficace la difesa dell'argine o della ripa, i rivestimenti usati più particolarmente quando la corrente di un corso d'acqua investe obbliquamente la sua ripa. Essi sono costruiti con una o più file di grossi pali lungo il piede della ripa che vuolsi difendere, e i quali conficcati sotto terra per la metà circa della loro lunghezza, la quale dev'essere tale da far avanzare fuori terra tanta lunghezza di palo

da trovarsi al livello delle mezzane piene, e posti a distanza fra loro non maggiore di m 0,40 da vivo a vivo, sono fila per fila incatenati a filagne orizzontali, mentre le due file sono collegate fra loro a mezzo di legni trasversali detti *catene* o *tiranti*, e i quali sono connessi alle filagne con immorsature o caviglie di ferro. Spesso questi paradori si rivestono esternamente con tavoloni inchiodati sui pali e sulle filagne, oppure con un sistema di pennazzi, ossia di arelle raddoppiate con paglia frapposta e con intelaiature di pertiche.

Quando i paradori sono a più file di pali, rivestita che siasi esternamente la prima fila come già dissi, si fa una interna riempitura di terra o sassi, alternandola qualche volta con strati di fascine.

764 GABBIONATE O BUZZONATE. — Più utili dei paradori riescono i rivestimenti a *gabbionate* o *buzzonate*. Essi sono costituiti da tanti cilindri tessuti con verghe e pertiche pieghevoli, lunghi per tre e quattro metri i gabbioni, e soli 2 metri i buzzoni, ripieni entrambi di ghiaia, terra o frantumi di mattoni, e disposti a perfetto contatto, e per file regolari sovrapposte colla loro lunghezza nel senso dell'inclinazione della ripa o faccia inclinata dell'argine, sulle quali si assicurano con due o tre paletti che traversando il gabbione, si conficcano perpendicolarmente sulla ripa o faccia stessa dell'argine.

Contemporaneamente, altri gabbioni o buzzoni si impiegano a fortificare il piede del rivestimento fatto, e a colmare il gorgo che d'ordinario esiste al piede della ripa, sommergendoli il più regolarmente che sia possibile sul fondo del fiume o altro corso d'acqua, e cogli assi rispettivi paralleli alla direzione della corrente, come mostra la fig. 164ª.

La costruzione dei gabbioni o buzzoni, si eseguisce segnando sul terreno la circonferenza della base del solido che vuolsi formare, e piantando verticalmente sopra di essa, e a distanze eguali fra loro, nove o dieci pertiche sulle quali si vengono intessendo dal basso all'alto le verghe o bacchette, che formar debbono la tessitura del cilindro. Compiuta quindi la tessitura, si getta a terra il gabbione o buzzone formato, se ne chiude un'estremità con un fondo egualmente tessuto di verghe, e riempito di terra, di ghiaia, o anche di mattoni se ne chiude l'altro estremo.

Il *Cavalieri*, nell'opera sua altra volta citata, ne fa conoscere i due metodi più comunemente praticati per sommergere o annegare i gabbioni o buzzoni che servono a riempiere il gorgo che è al piè delle ripe, e a fortificare meglio il rivestimento della ripa stessa. Essi consistono, e nell'usare due barche accoppiate, sulle quali è stabilito un tavolato su cui si caricano due gabbioni, e per cui fatto giungere il ponte sino al sito nel quale essi debbono sommergersi, e disposti questi nella direzione della corrente, si fanno ruzzolare fino al lembo del tavolato da cui, sempre

però nell'indicata posizione si fanno cadere l'uno dopo l'altro nel fiume oppure nell'usare una sola barca, sui due bordi della quale si appoggiano due gabbioni l'uno per parte, legati entrambi alle estremità d'una medesima fune che li trattiene dal cadere prima del tempo. Condotta quindi la barca sul luogo ove debbono sommergersi i due gabbioni e rivolti i bordi secondo la direzione della corrente, si sciolgono le legature, e spinto fuori nell'acqua uno dei gabbioni, il semplice squilibrio che ne nasce sulla barca è sufficiente a far precipitare a basso l'altro gabbione.

765. Fascinate o lavori di rosta. — Questi rivestimenti sono vantaggiosissimi per le ripe e gli argini di poca inclinazione, e fatti per torrenti di rapido corso.

Essi consistono nella sovrapposizione di molti strati alternati di fascine e di terra, atti a formare un sistema unito da non poter essere così facilmente attaccato dalla corrente.

La loro costruzione poi si effettua, scavando anzitutto a piè della ripa che vuolsi rivestire, una fossa, detta *cassa del lavoro*, profonda per circa un metro sotto al fondo naturale del fiume, larga della larghezza che vuolsi fare il piede del rivestimento, e lunga della lunghezza del rivestimento medesimo. Sul fondo di questa fossa, conguagliata a livello, si stende uno strato uniforme di fascine, alto m. 0,20, e parallelamente alla sponda, a distanza di m. 0,40 l'una dall'altra, si piantano tante file di pertiche, quante ne comporta la larghezza della stessa fossa, e distanti pur esse fra loro dello stesso metri 0,40. Le pertiche hanno da avere il diametro di circa m. 0,05, e hanno da esser lunghe da due o tre metri secondo la varia natura del terreno, nel quale debbono essere conficcate quanto basti per farle sporgere m. 0,40, ossia m. 0,20 sullo strato di fascine. Alle estremità delle pertiche che escono verticalmente dallo strato di fascine, s'intreccia fila per fila un tessuto di verghe di legna, che prende il nome di *cordonata*, riempiendo poi con ghiaia del fiume, o con terra bene sminuzzata e battuta con diligenza, tutti i vani longitudinali che rimangono fra le diverse cordonate, onde sullo strato di fascine viene così a stabilirsi uno strato egualmente alto di ghiaia o di terra, per formare entrambi gli strati, ciò che comunemente dicesi un *piano di rosta*. Il lavoro di rivestimento con fascinate o lavori di rosta, si proseguono, costruendo novelli piani come si costruì il primo, a mezzo cioè di strati di fascine e strati di terra alternativamente posti. È da avvertirsi però, che i novelli strati di fascine, e allo scopo di far acquistare alla fronte della ripa la necessaria o prefissa inclinazione, non debbono estendersi fino alla estrema cordonata del piano sottoposto, sibbene debbono ritirarsi mano mano, e di tanto verso la ripa, di quanto è necessario per disporre la fronte della ripa stessa alla voluta inclinazione.

Il descritto metodo della costruzione dei piani di rosta è solo possibile, quando possa lavorarsi sul fondo d' un fiume che nelle sue magre rimange asciutto Ove poi si dovessero costruire sopra un fondo costantemente ricoperto d' acqua, sarebbe necessario formare un fondamento con un impianto di pali di mediocre grossezza, e con una riempitura di terra, frasche e sarmenti, sulla sommità della quale, battuta e conguagliata a livello del pelo magro delle acque del fiume, si procede alla costruzione dei lavori di rosta, come indicai già precedentemente

Si avverta poi, che è bene far uso di legna verde e che possa germogliare nei piani di rosta superiori al pelo magro delle acque, perchè così, germogliando, esse producano quei bassi imboscamenti che sono tanto valevoli ad assodare le ripe e ad indebolire la forza della corrente

766 Difese o ripari degli argini e delle ripe — Comunque non poche siano le cagioni di danno e rovina delle ripe e degli argini d'un fiume o torrente d'acqua, pure si hanno tutte una difesa o riparo, che io le studierò seguendo l'ordine delle cause che possono promuovere il danno che vuolsi ovviare o riparare.

Fra le tante cause però a cui può addebitarsi la rovina immediata o prossima d'un argine o d'una ripa, io accennerò alle seguenti, e cioè

767 1ª Causa di danno degli argini — *Poco assodamento o poca altezza* — Questa causa facilitando la corrosione della fronte dell'argine o della ripa, obbliga a rivestire questa con quello dei processi studiati ai paragrafi 760, 761 e seguenti, che meglio si stimo possa rispondere alle circostanze che presentano l'importanza dell'argine o della ripa, e il valore del corso d'acqua.

Non è raro però che il rivestimento, qualunque esso siasi, riesca infruttuoso, causa principalmente la debolezza che presenta l'argine o in altri termini la poca resistenza che esso fa alle acque che vi si appoggiano In simil caso è ottima difesa dell' argine, l' aumentarlo di alcuni solidi di terra che ad esso si impigliano nelle sue faccie

Ora o queste difese si fanno in tempo delle magre e dall'una e dall'altra faccia dell'argine, oppure in tempo delle piene, e conseguentemente dalla sola faccia esterna

Nel primo caso si costruiscono dall'una e dall'altra faccia dell'argine A B C D (fig 165ª) i tre solidi di terra che dimostra la stessa figura, e che dai pratici si denominano *petto, antipetto* e *parapetto*, se i tre solidi corrispondenti A *d c a*, *a e f m*, *m g h i*, sono dalla parte interna dell'argine, e *banca, sottobanca, piè di banca* se i solidi medesimi sono dalla parte esterna

Nel secondo caso non si costruiscono che questi tre ultimi solidi, essendo già le acque appoggiate sulla faccia interna dell'argine

Quando il difetto di debolezza d'un argine non fosse eccessivamente grande, oltre che si può rinforzare con solidi di terra detti *spalleggiamenti*, interni o esterni, conformati a profili analoghi al triangolo A *d s*, si può anche bastantemente rinforzare con uno o due dei solidi già definiti, e appoggiati a una sola, o a entrambe le faccie.

Si avverta però che allo scopo di assicurare la maggior stabilità a questi corpi di rinforzo, e all'argine stesso, oltrechè è necessario congiungerli fra loro e con l'argine colle maggiori immorsature, è bene abbiano la loro faccia superiore inclinata verso il corso d'acqua, quelli della faccia interna dell'argine, e verso la campagna quelli della faccia esterna dell'argine medesimo, per facilitare così lo scolo delle acque.

La poca altezza dell'argine favorisce la *tracimazione*, ossia permette alle acque contenute e circoscritte dall'argine, di sorpassarlo con danno della adiacente campagna.

Per ovviare a questo spaventevole evento, è d'uopo aumentare l'argine d'un soprassuolo, consistente in un piccolo arginello costruito sul suolo dell'argine maestro, e tanto alto da superare la piena delle acque.

Allo scopo poi di permettere il transito su d'una parte del suolo dell'argine principale, consiglia il *Bordoni* di costruire il soprassuolo dalla parte del ciglio interno di questo, e di dargli, nella sua faccia interna segnatamente, una inclinazione minore all'orizzonte di quello non abbia la faccia interna dello stesso argine, perchè così meglio resista e sostenga la pressione dell'acqua.

La costruzione del soprassuolo si faccia colle maggiori immorsature nel suolo dell'argine, o con la terra del ciglio esterno dello stesso argine quando la tracimazione sia imminente, oppure con terra della esterna campagna e di luogo lontano al piede dell'argine, quando non sia pressante il pericolo.

Non pochi pratici, quando il pericolo della tracimazione sia imminente e gli uomini di cui si può disporre non siano sufficienti a poter costruire un soprassuolo altrimenti, consigliano di smuovere ed innalzare a mezzo d'un aratro una lista di terra, nel suolo dell'argine minacciato, e accomodare alla meglio d'un riparo la terra medesima.

Calata l'acqua che minacciava l'argine d'una tracimazione, e per evitare la quale siasi dovuto costruire un soprassuolo, devesi rialzare tutto l'argine dell'altezza riconosciuta opportuna al soprassuolo, e ingrossarlo convenientemente con terra presa nella golena, o nella esterna campagna, nel caso però non si stimasse cessato il pericolo della tracimazione. Che se poi si conoscesse accidentale la causa della occorsa piena, e si stimasse che la medesima più non esistesse devesi riattare l'argine colle primitive dimensioni.

768. 2ª Causa di danno degli argini. — Cattiva costruzione. — Dalla cattiva costruzione degli argini possono venirne tre cause di considerevoli danni, e le quali sono: 1° i *cali imprevisti*; 2° le *spaccature* o *peli*; 3° i *trapelamenti d'acqua*.

Si rimedia alla prima cagione, o col rialzar l'argine di tanto che basti a compensare il calo avvenuto e non preveduto, ingrossando al tempo stesso l'argine, e perchè le sue faccie abbiano la voluta inclinazione, e perchè il suolo dell'argine medesimo risponda ai bisogni del transito che su di esso può praticarsi. Ciò, fino a che però si avvisi il calo prima della piena, e in tempo per ripararvi.

In caso contrario, si rialza l'argine, o a meglio dire si aumenta la sua altezza con un soprassuolo come dissi al paragrafo precedente.

I peli o le *spaccature*, e che d'ordinario sono generati o da parziali cedimenti del fondo o da ineguale assettamento del terreno marginale, o infine da insufficienza di scarpa nell'argine, si rimediano coi soldi di rinfianco o rinforzo veduti al paragrafo precedente. Che se poi il pelo fosse molto rilevante, e vi fosse il tempo di ricostruire quella parte dell'argine in cui si è manifestato, è miglior consiglio di demolire la parte medesima, e rifabbricarla con maggior cura per ovviare a che si rinnovi.

Infine i trapelamenti d'acqua o si verificano in argini nuovi, nel qual caso, in attesa d'un maggior costipamento della terre dell'argine, non si riparano perchè spariscono di per sè stessi, oppure si verificano in argini già da lungo tempo costipati, per vani fattivi o dalla putrefazione di sostanze vegetali, o da animali per la loro tana, o dai quali vani poi ne trapelano acque limpide come quelle sostenute dall'argine, nel qual caso non v'è pericolo almeno pressante che l'argine rovini; o acque più torbide delle sostenute, verificandosi i così detti *fontanazzi*, e per cui essendo maggiore il pericolo, ne sarà anche più pronto il rimedio.

Il pericolo sarà ancora notevole secondo il luogo in cui ha origine il trapelamento, e ad esempio se nei luoghi d'impigliamento di due argini e in loro vicinanza, e se in una parte della scarpa interna dell'argine, meno alta della metà della altezza dello stesso argine.

Ora il rimedio più efficace per i trapelamenti d'acqua è quello di incidere longitudinalmente la scarpa dell'argine, scavando un fosso tanto profondo da giungere ad attraversare il vano, e riempiere quindi un tal fossa di terra argillosa stratificata e ben battuta, per apporre così un ostacolo impenetrabile all'acqua. Ciò fino a che il danno non si mostra in tempo di piena, nel qual caso è bene frenare il trapelamento con qualche pronto espediente, come sarebbe quello di turare il foro da cui entra e quello da cui sorte l'acqua, e possibilmente tutti e due, con

buzzoni, o volparo, formate queste ultime con terra involta di paglia o di strame; appoggiando anche ove occorra, e alla faccia esterna dell'argine una banca, per meglio assicurarsi che il fontanazzo non si riapra

Quando poi riuscisse vano ogni tentativo di chiudere il fontanazzo, è buon consiglio di formare uno stagno al suo sbocco, costruendo rapidamente una *parata* di terra a forma di mezza luna, e per un'altezza superiore al pelo della piena, per così contenere tutta l'acqua che può sgorgare fino a riempiere questo recinto, ed impedire, causa l'equilibrio che si forma, il corso dell'acqua per l'interno del vano che facilitava il trapelamento, ovviando al tempo stesso a qualunque pericolo

769 3ª Causa di danno degli argini — Insufficienza della scarpa interna — Quando per deficienza di scarpa alla faccia interna degli argini, o per scarso declivio delle ripe, quelli e queste pericolano di rovinare, si pongono in salvo colla semplice protrazione della scarpa verso il fiume di quanto valga alla maggior loro stabilità E poiché però non poche volte la nuova fronte dell'argine o della ripa, è battuta dalle acque, prima ancora che essa abbia potuto assodarsi, così è necessario, segnatamente quando si prevedano simili casi, di consolidare ad arte la fronte medesima, sia con i semplici rivestimenti, sia con le fascinate o lavori di rosta, massimamente per le arginature e ripe di torrenti di rapido corso

770 4ª Causa di danno agli argini — Cattiva esposizione. — La cattiva esposizione d'un argine conduce sempre alla corrosione della sua fronte, e quindi alla sua rovina, attesa l'obbliquità con cui viene urtato dalle acque, le quali gli distruggono anzitutto la golena

Fra le cause principali da cui dipende una cattiva esposizione, e che comunemente si distinguono in *necessarie* ed *accidentali*, secondo che sono essenzialmente inerenti alla costituzione del corso d'acqua per cui non riesce possibile di distruggerle, o possono venire distrutte con opportuni rimedi, il *Cavalieri* ricorda le seguenti le tortuosità o risvolte dell'alveo e delle laterali arginature, l'irregolare profondità ed inclinazione del letto del fiume, ed i parziali interrimenti ed altri ostacoli al libero corso delle acque Ora alle cause accidentali, e alle corrosioni che da esse derivano, corrosioni dette pur esse accidentali, si rimedia, con i *parziali allargamenti dell'alveo*, con le *parziali escavazioni del fondo*, con i *suoli*, o con *pennelli* o *repellenti*

I primi due mezzi valgono piuttosto a distruggere la causa, anziché a riparare alle corrosioni avvenute I secondi hanno più particolarmente questo scopo essendo entrambi mezzi diretti di difesa, siccome atti a promuovere dei rallentamenti di velocità e dei depositi delle torbide ai piedi delle ripe e degli argini minacciati, quantunque i pennelli compiano

ancora qualche altro ufficio vantaggiosissimo come dirò fra poco, nel distruggere cioè le cause accidentali della cattiva esposizione.

771. Moli. — I moli, considerati come mezzi di difesa della fronte degli argini o delle ripe, sono grandi tronchi di piramide triangolare che si costruiscono supini entro l'alveo del fiume, con la base maggiore appoggiata sulla fronte dell'argine o della ripa che vuolsi difendere, e in direzione ad essa fronte perpendicolare. Essi si costruiscono con blocchi di calcestruzzo, limitati solamente al caso d'un fiume di fondo resistente, o a mezzo di gabbioni o buzzoni, i quali per esser assai più leggieri dei prismi di calcestruzzo, a parità di volume, sono più facilmente sostenuti da qualsiasi fondo anche cuoroso, e quindi più comunemente impiegati. Il *Cavalieri*, e per vista d'economia, allorquando i moli debbansi impiegare in situazione in cui il pelo delle acque ordinarie sia alto per 2 o 3 metri, consiglia di formare il nucleo del molo con due o tre barche ripiene di terra, fatte calare a fondo, e rivestire il nucleo medesimo con gabbioni fino all'altezza delle piene mezzane, riempiendo i vani che fra essi rimangono con terra, paglia, strame, o altre simili materie, per così meglio ridurre il solido medesimo alle forme e dimensioni prestabilite.

Al disopra poi del pelo delle piene mezzane, si può compiere il molo con semplici volpare ripiene di terreno consistente, e ben collegate fra loro.

La fig. 166ª rappresenta in A B E D F C e in *m n o p* la projezione orizzontale d'un molo, e d'una parte della fronte dell'argine a cui trovasi addossato. La cresta o ciglio superiore A D, è una linea inclinata che parte dal punto A preso sul ciglio interno dell'argine o della ripa, e termina in D sotto il pelo magro del fiume. La fronte D E F del molo dev'essere inclinata molto più di quello non sia la fronte dell'argine o della ripa a cui esso è addossato e deve essere difeso con un rivestimento di doppie orelle o altrimenti, perchè non abbia ad esser corrosa dalla corrente. Le due faccie poi a monte e a valle A C F D, A B E D debbono anch'esse essere inclinate, sebbene non al medesimo grado della fronte D E F.

772. Pennelli o repellenti. — Oltre l'ufficio comune coi moli, che i pennelli compiono nelle opere di difesa degli argini, essi valgono ancora ad allontanare il filone delle piene dall'argine contro cui si rivolge, e a costringere le acque a rivolgere il loro corso contro la ripa o l'argine opposto, per così distruggere in questo quella qualunque alluvione che indirizzava il filone obbliquamente.

Come i moli, anche i pennelli si costruiscono a forma di tronco di piramide triangolare, e si dispongono supini entro l'alveo del fiume con la base maggiore intestata nella fronte dell'argine o della ripa.

Differiscono però dai moli tanto nella materiale costruttura potendo essere formati in muratura, in legname, con gabbioni o buzzoni, o con strati di fascine e strati di terra alla guisa dei lavori di rosta, quanto nell'impiego che dei pennelli si fa, o in costruzioni stabili, o in costruzioni provvisorie per cui distinguonsi i pennelli medesimi in *stabili* e *mobili*. Quelli da costruirsi stabilmente nei grandi fiumi, questi trasportabili o mobili, e da impiegarsi nei piccoli fiumi, a seconda dei bisogni.

La costruttura dei pennelli stabili, ne obbliga a studiare 1° la migliore situazione che ad essi convenga; 2° la direzione; 3° le dimensioni che debbonsi avere.

Per riguardo alla situazione, vuolsi dai pratici che i pennelli s'intestino, e saldamente nella ripa o nell'argine, e in un punto superiore alla parte di fronte minacciata, a tale distanza però che il pennello possa conseguire il voluto effetto. Che se casualmente la fronte a cui devesi intestare il pennello, fosse minacciata di corrosione per una notevole distanza, e si fosse astretti a intestarvi il pennello comunque intaccata, devesi assicurare il meglio possibile la stabilità dell'opera, sia internando maggiormente l'intestatura del pennello nella ripa, sia non tralasciando di riparme ai gorghi che potessero esistere presso la fronte stessa con lo affondamento di gabbioni, buzzoni, ecc.

Per ciò poi che risguarda la direzione, è bene avvertire che il pennello deve essere investito dalla corrente il più obbliquamente che sia possibile, se vuolsi da esso conseguire il massimo effetto. In generale, e quantunque non possa precisarsi l'ampiezza dell'angolo, causa la variabilità dei dati da cui dipende, si prescrive dai buoni pratici, che la direzione del pennello deve concorrere ad angolo acuto con quella del filone, e vada ad incontrare l'opposta alluvione in un punto alquanto al disopra di quello contro il quale si vuol far rivolgere il filone.

Infine, e per riguardo alle dimensioni, vuolsi, che l'altezza del pennello alla sua estremità libera, sia minore di quello delle mezzane piene, e che esso vada poi aumentando fino all'intestatura per modo che in questo punto il filone delle massime piene possa essere rimosso dal pennello, che la lunghezza d'ordinario sia tale che l'estremità libera del pennello s'avvicini quanto più è possibile all'alluvione che si vuol distruggere, e che la larghezza sia determinata per modo che valga ad assicurare al pennello, in una alle altre condizioni, la stabilità necessaria a resistere durevolmente all'urto delle acque (1).

I pennelli *mobili* o *ambulanti*, si formano o con legname connesso a

(1) In proposito ai pennelli e ripari, veggasi il Guglielmini, *Trattato della natura de' fiumi* [illegible], pag. 250 e seguenti, vol. I, edito dalla Società Tipografica dei Classici Italiani. Milano MDCCCLII.

guisa di cavalletti, la cui fronte è rivestita di fascine od arelle, e che, come già dissi, s'impiegano nei piccoli fiumi, e si collocano nel sito designato, ove si lasciano finchè abbiano prodotto il previsto effetto, assicurandoli a pali piantati nella sponda che vuolsi difendere dall'urto delle acque, oppure a mezzo di lunghi alberi da cima, come olmi o pioppi cipressini, i quali si fermano coi fusti alla sponda a mezzo di pali obbligando la cima, che si grava con pietre, o con sacchi ripieni di sabbia o ghiaja, a giacere nell'alveo nella designata direzione

Le cause necessarie poi dalle quali origina una cattiva esposizione richiedono rimedi che non stimo opportuni di riferire in quest'opera elementare non solo, ma che risponde ad un limitato scopo Rimando perciò il lettore all'opera, già ricordata in nota, del *Guglielmini*, e segnatamente al 2° volume dell'edizione già citata, pag. 242 e seguenti

773 Chiuse o dighe — Dicesi chiusa o diga qualunque opera in muratura o legname, costrutta attraverso l'alveo o sbocco d'un fiume o d'un canale, all'unico scopo di sopraltenere il corso dell'acqua, e costringerlo ad un regolato sistema in corrispondenza a determinati effetti, fra i quali la bonificazione o irrigazione dei terreni, la condotta di molini od altre macchine, l'alimentazione d'un canale navigabile ecc

Le chiuse o dighe si distinguono in *fisse* o *stabili*, ed in *ammovibili* o *instabili* Quelle, dette anche *stramazzi* a causa della caduta d'acqua che vi succede, non variano mai nella loro posizione, e nel loro effetto, queste meglio che nella posizione sono variabilissime nel loro effetto

774 Chiuse fisse e loro condizioni di stabilità — Fra le chiuse stabili, prescelgo a studiare quelle costrutte attraverso l'alveo d'un fiume allo scopo di sopraltenere le sue acque, e innalzarle per modo nel tronco superiore, da poterle poi immettere in un canale costrutto a valle artificialmente, e che dicesi *diversivo*. Sono queste le chiuse di maggior importanza, siccome valide ad alimentare un canale che può disporre delle sue acque per molteplici bisogni dell'industria

Ora le condizioni principalissime a soddisfare nella costruttura di queste chiuse affine di raggiungere la maggiore stabilità, sono le seguenti

1° Costruirle in quel punto dell'alveo il più stabile, e a cui rispondano ripe solide e non minacciate dalla corrente

2° Costruirle con due scarpe, una rivolta verso la corrente, e detta *petto* della chiusa, inclinata per 1/2 o 1 di base per ogni unità d'altezza, l'altra, e la quale è la vera scarpa della chiusa, rivolta in senso opposto alla corrente, e inclinata per 2, 3, e fino 5 di base per 1 d'altezza, acciò l'acqua che sormonta la chiusa, non abbia, colla sua repentina caduta, a produrre dei vortici, che scalzando il fondo, potrebbero compromettere la stabilità della chiusa stessa.

Non è raro poi che alla scarpa s'addossi un altro piano meno inclinato, che forma e dicesi la contro scarpa, e lungo poco meno del doppio della lunghezza orizzontale della scarpa.

3° Costruirle larghe a modo da non restringere di troppo la sezione del fiume, affinchè non si promuova aumento di sorta nella velocità delle acque, o cagioni di più potente urto alle spalle o sponde della chiusa.

4° Sostenere infine le estremità delle chiuse con robuste testate internate nelle sponde laterali, per modo da assicurarci che la corrente, anche deviasse o si facesse strada di fianco, non può rendere inutile la chiusa.

775. Condizioni a soddisfarsi per il miglior conseguimento dell'effetto delle chiuse. — La prima di queste condizioni riguarda l'altezza che deve avere la chiusa, e la quale deve esser tale da bastare a trattenere le acque ordinarie del fiume, per modo da inviarle e mantenerle nel canale diversivo in quel volume ch'è richiesto dai bisogni e dagli effetti che s'attendono dal diversivo medesimo, lasciando poi scaricarsi nell'alveo inferiore del fiume alimentatore le acque sovrabbondanti.

La seconda condizione per il conseguimento del miglior effetto d'una chiusa, riflette la *soglia* o come pur dicesi *cima* superiore della chiusa, e la quale fatta larga fra i 3/4 e i 4/5 dell'altezza della chiusa, anzichè costruirsi orizzontale, deve costruirsi inclinata verso l'incile del diversivo, verso il luogo cioè per cui le acque entrano in esso, acciò il corso dell'acqua si mantenga da questa parte, ed il fondo del fiume si conservi più basso della chiusa.

Una terza condizione infine riguarda la direzione della chiusa nell'alveo, da farsi sempre obbliqua per modo che dalla parte dell'incile, faccia un angolo acuto con la sponda, a tenda ad inviare il corso del fiume verso l'incile medesimo, per quindi rendere più difficile l'alzamento del fondo presso la bocca del diversivo.

776. Costruttura delle chiuse fisse o stabili. — Dissi già che le chiuse si costruiscono in muratura o legname. Le prime però sono a costruirsi ove si richieda la solidità e la durata che mai sempre debbono accompagnare siffatte opere, le seconde si preferiscono quando si richieda un sollecito effetto, o le consiglino ragioni d'economia, o di prestabilita brevità di durata.

Ora le chiuse in muratura si fanno ordinariamente con calcestruzzo, pietre da taglio, o altri blocchi acconciati a forme e dimensioni determinate, e pietre informi. Il calcestruzzo s'impiega nella fondazione o nel masso o corpo generale della chiusa. Quella si costruisce sul terreno nel

caso fosse incompressibile, o nel terreno costipata ad arte, sia con la battitura, sia con la palificazione in caso contrario. Questo, com'è il masso di calcestruzzo, per il corpo della chiusa si sostiene meglio incassandolo in paratie formate con pali e tavolom. Le pietre da taglio, o gli altri blocchi servono a rivestire il masso di calcestruzzo, e a formare la faccia apparente del petto e della scarpa della chiusa. Le pietre informi infine si impiegano a formare gettate per difesa delle chiuse, e tanto a monte che a valle, facendo lunghe le gettate di valle per 2/3 circa della lunghezza della lunghezza della controscarpa, e assicurandole entrambe con palafitte formate da soli pali congiunti da filagne. La fig. 167ª presenta il profilo trasversale di una chiusa in muratura.

Le chiuse di legname, delle quali ce ne offre un profilo trasversale le figura 168ª, si costruiscono con più file di pali discosti più o meno fra loro, secondo che sostengono la soglia, il petto, la scarpa o controscarpa della chiusa.

La soglia è sostenuta da due file di pali P P discoste fra loro d'un metro e formata con pali di metri 0,40 di riquadratura, infissi a distanza di m. 0,40 a m. 0,60 l'uno dall'altro. Il petto poi, la scarpa e la contro scarpa sono sostenuti da due a più file di pali P' P', P'' P'', P''' P''' P''', della stessa riquadratura, o poco meno di quelli della soglia, infissi pure a distanza d'un metro l'uno dall'altro, tenendo le file discoste fra loro di m. 1 a m. 1,50.

La profondità a cui debbono essere infissi i pali di qualunque fila deve essere eguale all'altezza libera che deve rimanere dei pali secondo la parte di chiusa che essi sostengono. Ad ogni modo però non può mai essere meno di un metro.

Ciascuna fila di pali è coronata da un corrente o a o assicurato con lunghe caviglie di ferro sulla testa dei pali, e tagliato, nella faccia superiore, a quella data inclinazione corrispondente alla parte di chiusa cui ciascun corrente appartiene, per così ricoprire i correnti medesimi con un piano di tavoloni a a a a, grossi per m. 0,07 a m. 0,09, chiodati sui correnti con le migliori norme dell'arte, e formante i piani della soglia, del petto, scarpa e controscarpa.

Prima però di ricoprire i correnti, è necessaria riempiere i vani che rimangono fra i pali e le file di essi con fascine disposte a strati longitudinali e trasversali, alti ciascuno per m. 0,25 a m. 0,30, a ben calcati e assicurati da duo in duo strati, a mezzo di robusto spranghe di legno chiodate ai pali e poste orizzontalmente per lungo e per traverso.

Quando si dovesse costruire una chiusa di legname senza poter devare l'acqua dei vani rimasti fra i pali e le loro file, l'imbottitura di fascine, si fa senza le traverse, ma si assicurano a mezzo di grosse pietre

delle quali si caricano, se pure non vogliasi fare l'imbottitura medesima con fascinoni aventi l'involucro di rami e l'interno nucleo di pietre, ciottoli o ghiaja, oppure anche con burzoni o gabbioni

Anche le chiuse di legname, a monte e a valle, si difendono da gettate di massi informi, lunghe più o meno secondo la velocità delle acque, e l'altezza della caduta della chiusa

777. Chiuse mobili e loro distinzione — Dissi già nel paragr. 773 quali fossero le chiuse mobili Qui soggiungo che in queste chiuse vi hanno due parti specialissime, una veramente mobile, che si costruisce, come dirò in avanti, in legname, e che è quella che denomina a vero dire mobili le chiuse, l'altra fissa e stabile, quali sono le testate o pilastri laterali della chiusa, e che può costruirsi tanto in legname, quanto in muratura segnatamente ove vogliasi ottenere maggior solidità.

D'ordinario lo scopo di queste chiuse richiede si costruiscano con più vani, che diconsi *bocche* o *luci* od anche *occhi*, e l'insieme della fabbrica presenta l'aspetto d'un ponte di legname o di muratura, di cui ciascun vano può considerarsi come una chiusa semplice

Dal modo poi con cui si chiudono e si aprono queste bocche, le chiuse mobili si distinguono, in *chiuse mobili a bocche con cateratte*, o *saracinesche*, o *paratoie*, altrimenti dette *derivatori*, ed in *chiuse mobili a bocche con ponte*, altrimenti dette *scaricatori*

Entrambe poi queste chiuse, e quantunque abbia ciascuna scopo differente, debbono essere costruite a poca distanza fra di loro, perchè maggiore sia l'effetto che entrambe conseguono.

778. Chiuse mobili a bocche con paratoia o derivatori — Queste chiuse che diconsi anche *chiaviche*, hanno per iscopo di regolare nei canali di derivazione, l'introduzione dell'acqua che deve alimentarli

Perciò esse si costruiscono generalmente all'origine degli stessi canali, la quale si trova sulla sponda del fiume o corso d'acqua da cui si fa la derivazione, e la chiusa è costruita sulla sponda medesima, oppure è separata con un canale detto *moderatore*, segnatamente quando il corso d'acqua trascina seco ghiaja o torbide

La costruttura di queste chiuse è distinta da una soglia, da due spalle accompagnate più spesso da muri d'ala, e da una o più bocche coperte con lastroni o volte valevoli a rendere praticabile la sommità della chiusa, e facilitare la manovra dell'innalzamento e abbassamento delle paratoje. Quando le bocche sono più d'una s'alternano da pilastri, nei fianchi dei quali come in quelli delle spalle, sono praticate degli incavi o incastri verticali in cui scorrono le paratoje, con le quali si aprono e chiudono le bocche della chiusa.

779. Dimensioni d'un derivatore. — Le dimensioni d'un derivatore

variano nelle parti di cui esso si compone, e secondo l'ufficio che ciascuna parte deve compiere.

Lasciando quindi a parte le dimensioni delle opere di muratura, quali pile, spalle, muri d'ala, arcate, vôlte ecc., e le quali verranno meglio determinate nel seguente *Libro*, mi limito a segnalare che gli incastri verticali debbono essere alcun poco più larghi della grossezza dei tavoloni coi quali si costruiscono le paratoje, per così facilitare maggiormente il movimento di queste, e debbono essere profondi per m. 0,10 a m. 0,12. Questi incastri, si fanno d'ordinario in ritti di pietra bene resistente, e si pongono in opera in modo che all'occorrenza si possano levare per sostituirne dei nuovi a quelli già logorati. Le luci o bocche, e le quali sono sempre rettangolari con due lati orizzontali, o con altezza determinata da quella della chiusa, e dal volume delle acque che dalle luci stesse o bocche dove uscire per alimentare il canale derivato, non possono avere una larghezza mai superiore a m. 1,60 per non rendere così troppo difficile il maneggio delle paratoje, causa il peso che queste acquisterebbero per le eccessive dimensioni della luce. L'altezza infine della soglia della chiusa o derivatore, deve essere di poco elevata sul fondo del corso d'acqua da cui riceve immediatamente le acque, per impedire l'introduzione di materiali pesanti nello stesso canale derivato.

780. Costruttura delle paratoie e loro maneggio. — Le paratoie si costruiscono e si maneggiano differentemente secondo che servono per derivatori di piccoli canali, e per luci di ordinarie dimensioni, o per derivatori di grandi canali e luci o bocche di dimensioni notevoli.

Le prime, e le quali ritengono sempre il nome di paratoie, sono composte d'un'armatura di tavoloni *t t t t* (fig. 169ª) di quercia, larice, o altro legno resistente, e della grossezza di m. 0,07 o più, uniti costa a costa a incanalatura o linguetta, e collegati da tre ritti *r r r*, sporgenti circa m. 0,40 sul lembo superiore *a a* della paratoia, grossi per m. 0,10 in m. 0,15 e larghi per m. 0,14 a m. 0,18 sui quali si assicurano con caviglie di ferro ribadite. Il ritto di mezzo è armato d'uncini *u u*, ai quali s'aggancia la fune che vale a sollevarli avvolgendosi al subbio di un argano, e al quale è unita una ruota i cui denti s'impigliano in un nottolino atto a impedire la discesa della paratoia.

Le seconde paratoie, che diconsi meglio travate, si compongono di travi sciolte, le quali si pongono l'una sull'altra entro gli incastri fino a formare un sistema continuato che riempia perfettamente la luce o la bocca di derivazione. Queste travi debbono essere squadrate con la massima esattezza, perchè possano combaciare il meglio l'una sull'altra, e scorrere facilmente negli incastri. Esse poi si calano una alla volta, o si sollevano a mezzo di funi, o catene di ferro guernite d'anelli nell'estremo,

per potersi così agganciare ai rampini sporgenti verticalmente sul dorso di ciascuna trave, e i quali, affine di non impedire lo scambievole combaciamento delle travi stesse, si ricoverano in incavi corrispondenti che trovansi al disotto del contiguo trave superiore. La fig. 170ª presenta il prospetto e una sezione verticale del derivatore o chiavica di Burano presso Bondeno sul ferrarese, quali li porta il *Guglielmini* nella sua opera già citata.

781. Chiuse mobili o bocche con porte, o scaricatori. — Simili queste chiuse nella forma a quelle così dette derivatori, ne differiscono grandemente nello scopo, valendo esse 1° a scaricare tutte le acque che penetrarono nei canali derivati, o quelle solamente che in sovrabbondanza vi portarono le piene, 2° a mantenere scavati i canali derivati medesimi da quegli interrimenti che le acque vi potrebbono apportare.

Le luci o bocche di queste chiuse sono di due sorta; o libere cioè e con la soglia a fior d'acqua ordinario nel canale derivato, per così lasciare nel medesimo l'acqua che gli è necessaria, e scaricare la sovrabbondante che le piene vi hanno potuto portare, oppure chiuse da travate, e con la soglia anche più bassa del fondo del canale medesimo. Le prime però, e le quali diconsi *sfogatoi*, quantunque d'uso facilissimo, perchè sempre in opera e preparate al loro ufficio, pure non sono apprezzate come le seconde, chiamate più comunemente *paraporti*, non conseguendo come queste il benefico effetto di mantenere il canale derivato libero da interrimenti, per quanto queste ultime presentino difficoltà maggiori, e richiedano maggiori vigilanze nel maneggiarle.

Quelle perciò si stabiliscono lungo il percorso del canale; queste in prossimità ai derivatori, e a monte delle opere d'arte più importanti, ma sempre tanto le une che le altre lungo la sponda che guarda il fiume da cui le acque si derivano, per così scaricare sul medesimo, e nella parte di sotto alla chiusa, o su altro fiume, a cui non danneggi il conseguente aumento di portata, le acque di cui esse sgravano i canali derivati.

È la velocità che acquista l'acqua nel cadere dalla soglia dei paraporti, velocità che in parte nasce dalla cascata, e in maggior parte dalla notevole inclinazione o pendenza che acquista l'acqua nel rivolgersi verso il paraporto, la cui soglia, come già dissi, è più bassa del fondo del canale, che scava in poco tempo il fondo del canale derivato, ed espurga la soglia dell'incile ove sovr'essa si siano fatti degli interrimenti, quando il paraporto non sia troppo lontano dalla medesima.

782. Dimensioni d'uno scaricatore, e maneggio delle sue porte o travate. — In generale le dimensioni delle differenti parti d'uno scaricatore, sono più grandi di quelle d'un corrispondente derivatore, atteso

lo speciale ufficio degli scaricatori. Comunque più grandi però, anch'esse si determinano in base alle leggi che studieremo nel seguente Libro, e all'ufficio speciale che ciascuna parte deve compiere.

Il maneggio poi delle porte o travate che chiudono le bocche a paraporti, è presso che identico al modo adoperato per le travate dei derivatori.

Altri congegni però e altri mezzi potrebbonsi adoperare, e a chi piacesse conoscerne qualcuno altro consulti l'opera pregiatissima l'*Arte del fabbricare* del cav. prof. *Cavalli*, il quale nel volume *Delle costruzioni civili, stradali e idrauliche*, riferisce togliendolo dalla rivista dei lavori lavori d'arte del canale sussidiario Cavour, fatto dall'ingegnere *Enrico Bernazzo* e pubblicato negli *Atti della Società degli Ingegneri ed Industriali* (anno IV 1870), il modo come funzionano le porte così dette *marinieres* nello scaricatore presso *Saluggia* del ricordato canale.

783. Materiale costruttura delle diverse chiuse mobili. — La parte stabile di queste diverse chiuse, denominate altrimenti derivatori o scaricatori, si costruisce, come già dissi per le chiuse o dighe totalmente stabili, in calcestruzzo con rivestimento di pietre naturali, oppure o pietre artefatte e laterizi. Le fondazioni si fanno per esse o direttamente sul terreno se è abbastanza resistente, o sul terreno stesso ad arte compresso quando lo strato incompressibile fosse difficile a raggiungersi, o infine su palificate, quando ne fosse facile costiparlo con tal mezzo, o raggiungere coi pali il terreno resistente.

784. Sostegni o conche. — Il *Cacchieri* definisce i *sostegni* o *conche*, siccome edifizi destinati a moderare la pendenza d'un canale navigabile a fine d'accrescere in esso l'altezza dell'acqua confacentemente al bisogno della navigazione, senza impedire il corso continuato delle barche lungo il canale, ad onta della separazione di questo in diversi tronchi, e della differenza di livello a cui si mantengono le acque nei tronchi medesimi.

Quale sia il beneficio che codeste opere d'arte abbiano portato alla navigazione interna, si desumerà dal breve studio che farò sui canali navigabili. Intanto, e a meglio apprezzare lo scopo di siffatte opere d'arte, s'immagino due tratti di canali navigabili, di eguale o disuguale pendenza, e separati fra loro da un'altezza verticale di 2 o 3 metri, o come pur vogliasi collo superficie dei loro fondi, differenti di livello per la medesima altezza. È facile lo intendere che altezza la caduta d'acqua che si verifica causa l'altezza sunnotata fra i due canali, riesce impossibile ogni navigazione fra i canali medesimi. A superare ora tanta impossibilità, a favorire la navigazione permettendo alle barche di passare dall'uno all'altro tratto di canale, senza dover correre per la pendenza origi-

meta della detta altezza, sono opportunissimi i sostegni, i quali non sono altro che un *bacino* o *cratere*, racchiuso a monte e a valle fra due porte, una delle quali, la superiore, insiste su d'una soglia, sollevata dal piano di base del bacino, per quanto è grande l'altezza che divide i due tratti di canale, e posta allo stesso livello del fondo del canale superiore; l'altra, ossia l'inferiore, insiste su di una soglia posta allo stesso livello del piano di base del bacino, e del fondo del canale inferiore.

Il modo però onde i sostegni compiono quest'ufficio, di far passare cioè le barche da uno in altro ramo inferiore o superiore, lo dirò fra breve, e dopo la descrizione delle parti e opere speciali di cui i sostegni si compongono.

785 Parti e opere speciali di cui si compongono i sostegni — Le parti ed opere speciali dei sostegni, sono

1° la *platea*,
2° i *muri laterali* detti anche di *sponda*,
3° le *spalle d'accompagnamento*,
4° i *muri d'ala*,
5° il *muro di caduta*,
6° il *bacino* o *cratere*,
7° le *porte*

La platea o fondazione generale F (fig 171ª) costruita ordinariamente in calcestruzzo, con rivestimento apparente di pietre concie lungo la lunghezza e grossezza variabili secondo la natura del terreno in cui si innalza, e larghezza limitata a m 1,20 in più della larghezza totale del sostegno, dovendo, come suggerisce il *Cavalieri*, sporgere tutt'attorno dello spigolo esterno dei muri laterali di m 0,60 La grossezza però comunque variabile nei terreni compressibili, suolsi limitare fra m 0,60 e m 0,80 nei terreni sodi e resistenti.

I muri laterali M del sostegno, sono quelli che limitano lateralmente il bacino, e che ne formano i suoi fianchi Essi poi si conformano esternamente o a scarpa, o a risegho, o anche si rinforzano con contrafforti, internamente, si fanno verticali fino al pelo minimo delle acque, e poi si riducono a profilo inclinato seguendo la conformazione esterna dei fianchi delle barche

Si fanno poi alti per modo che sopravanzino di m 0,05 o m 0,06 il livello delle acque che il buon sistema del canale richiede nel ramo superiore, o a monte dello stesso sostegno, e grossi, a quanto li determina il calcolo ponendo a raffronto la loro stabilità colla pressione dell'acqua per entro il bacino, oppure per la metà dell'altezza del muro a partire dalla platea, deducendo prima dall'altezza stessa il franco di muro sul livello delle acque.

Le *spalle d'accompagnamento* A A non sono altro che le protrazioni dei muri laterali fino al termine del sostegno a monte e a valle, distinguendosi perciò fra loro, in spalle d'accompagnamento superiori, se a monte, inferiori se a valle

Le prime servono d'appoggio alle portine quando sono aperte, per un tratto di canale o sostegno che dicesi *camera delle portine*, e valgono a ritenere l'acqua e impedirle d'insinuarsi filtrando nei fianchi del bacino; le seconde valgono ad opporre un ostacolo, e meglio a resistere alla spinta che l'acqua esercita contro i portoni ossia le porte a valle del sostegno, e la quale riportandosi contra le estremità inferiori dei muri laterali, potrebbe danneggiarli a tal segno, da rovesciare tutta la parte inferiore del sostegno medesimo

Quantunque le spalle superiori, siccome premute da una minore altezza d'acqua, potessero richiedere una minor grossezza, pure, e anche per ovviare ai pericoli delle filtrazioni, usasi di farle egualmente grosse ai muri laterali. Le spalle inferiori all'incontro, e non tanto per resistere alla pressione dell'acqua, la quale non s'innalza a bagnarne le fronti se non al livello del canale di valle, quanto per resistere invece alla spinta del terreno bastantemente alto che sia dietro di loro, debbonsi ingrossare, o seguendo la pratica e dando loro in grossezza il terzo della propria altezza, oppure attenendosi ai risultati che la buona teoria, soccorsa dalle osservazioni assennate della pratica, presenta in proposito

Ad ottenere poi la maggiore stabilità dall'unione delle spalle d'accompagnamento tanto superiori che inferiori coi muri laterali, e a rendere più resistenti gli stipiti delle parti superiore ed inferiore del sostegno contro la spinta laterale delle parte, consiglia la pratica di stabilire dei contrafforti esternamente, e nel punto di congiunzione delle spalle e dei muri

Questi contrafforti poi servono tanto per sostenere i bracci di ferro o le travi che formano l'armatura dei cardini delle portine e dei portoni, quanto per offrire sulla loro sommità tanta piazza da permettere la manovra dell'aprimento e chiudimento delle porte

La lunghezza infine delle spalle si determina differentemente per le superiori e per le inferiori Alle prime soccorre la pratica, e per essa si fanno lunghe per la metà della larghezza della parte superiore del sostegno, più m. 0,75 Per tal modo non solo possono esse prestare un appoggio alle portine quando sono aperte, ma ancora ricevere alle loro estremità gli incastri d'una saracinesca o paratoja da stabilirsi nel canale avanti il sostegno, per così impedire l'accesso all'acqua nella parte superiore del sostegno medesimo, quando questa, o le portine, richiedono un qualche ristauro Alle seconde poi, ossia alle inferiori soccorre meglio il calcolo, come dimostrerò nel *Libro VII*

Entrambe poi le coppie delle spalle superiori cioè ed inferiori, hanno praticata una incassatura parallelepipeda per ricevere le portine e i portoni quando quelle e questi sono aperti, e lasciar così il libero passaggio alle acque.

I muri d'ala a a, si congiungono alle spalle superiori ed inferiori, in direzione tale coi prolungamenti di questo da formare un angolo di 50°, e valgono a restringere il sostegno a monte, e ad allargarlo a valle.

La loro lunghezza varia colla larghezza del canale, e delle estremità dei sostegni; la grossezza invece è regolata per modo, che i muri d'ala superiori reggono alla pressione che su di essi esercitano le acque del canale a monte, e impediscono che le filtrazioni che in essi si potrebbero operare, giungano ai fianchi del sostegno, gli inferiori reggono solamente alla spinta del terrapieno che essi sostengono.

Quando il terreno delle sponde del canale è per sua natura proclive ad essere trapelato dalle acque, è buon consiglio della pratica di collegare alle estremità dei muri d'ala superiori, dei muricciuoli in direzione perpendicolare alle spalle d'accompagnamento, e grossi di m 0,60 in metri 0,70, ai quali non rare volte si appoggia ben battuto uno strato verticale d'argilla.

Il muro di caduta, si costruisce sull'altezza verticale che dissi già separare i due canali uniti dal sostegno, colla fronte verticale, e con la grossezza eguale a quella dei muri laterali del bacino, di cui il muro stesso è la fronte a monte.

È buon consiglio però di dare a questo muro e all'estremità della base del bacino una forma orizzontalmente concava, come appare nella sezione longitudinale del sostegno rappresentato dalla stessa fig. 171ª.

Il bacino ha le dimensioni della sua sezione in dipendenza della lunghezza e larghezza delle barche che vi debbono transitare. E poichè le barche destinate alla navigazione nei canali hanno da 5 a 7 metri di larghezza, ed una lunghezza d'ordinario quintupla della loro larghezza così, e allo scopo di lasciare alquanto spazio lateralmente per miglior giuoco delle barche stesse, le dimensioni dei bacini dei sostegni, variano fra m. 5,20 e m. 7,20 nella larghezza, e m. 28 e 38 nella lunghezza, intendendo di tenere questa dimensione 3 metri più grande circa della corrispondente delle barche per così sopperire a quel manco di lunghezza nel bacino, causa la disposizione delle porte a valle, che come dirò si aprono da valle a monte, ossia verso l'interno del bacino.

L'altezza poi dei bacini è data dall'altezza della caduta, più l'altezza del profilo del canale superiore.

Le porte infine dei sostegni sono formate da una ossatura di travi, e

da un rivestimento di tavoloni posto da quella parte verso la quale si aprono le porte.

L'ossatura è composta come dimostra la fig. 172ª di cinque membri principali, due ritti cioè *c c*, *b b*, il primo dei quali, siccome contiene i cardini attorno a cui ruotano i battenti, dicesi *ritto cardinale o fuso* della porta, mentre l'altro dicesi *ritto battente* siccome su di esso si riuniscono le porte stesse allorchè sono chiuse, due traverse orizzontali *z*, *s*, le quali collegano le estremità dei designati ritti, e che diconsi la *z*, battente inferiore, o zoccolo, la *s* *cimazio*, e infine d'un diagonale D D, che collega il piede del ritto cardinale colla sommità del cimazio.

A concatenare ora meglio e solidamente i detti membri principali, e sostenere il rivestimento di tavoloni che va ad essi applicato esternamente, servono alcune traverse oblique T, T, poste parallelamente al diagonale D.

Il rivestimento poi dei tavoloni, e i quali debbono avere le coste rifilate con la massima accuratezza per riescire a congiungersi esattamente, deve incassarsi nei ritti principali.

Il *fuso* poi o *ritto cardinale* deve essere tagliato parte a ugnatura, parte ad arco di circolo, perchè così nel girare possa sempre mantenersi a contatto d'un corrispondente incavo praticato appositamente nello stipite che gli serve di controbattente, e impedisca ogni trapelamento d'acqua.

I *ritti battenti* invece, e siccome è bene combacino sopra una superficie cilindrica, così debbono essere tagliati ad archi di circolo, uno convesso l'altro concavo.

Le porte si chiudono formando un angolo saliente verso quella parte da cui debbono sopportare l'urto e la pressione delle acque, e perciò da monte a valle. È facile intendere quanto sia vantaggiosa questa disposizione che rende obbliquo l'urto delle acque, e accresce la resistenza rispettiva di ciascuno dei membri che compongono l'ossatura delle porte.

La grandezza dell'angolo varia, dice il *Cavalieri*, secondo l'importanza dei sostegni. Quando le acque debbono essere molto alte, l'angolo sarà bene sia molto ottuso; quando invece le acque debbono rimanere molto basse, l'angolo sarà bene si faccia poco ottuso. Comunemente però, e nei sostegni ordinari l'angolo è presso che di 90°.

Allo scopo poi di fermare solidamente le porte quando sono chiuse, e presentare un appoggio ai lembi inferiori delle stesse porte, contro la spinta che su di essi esercita l'acqua, sonovi nel piano della soglia in cui stanno le porte, e tanto a monte che a valle due battenti rilevati che si incontrano collo stesso angolo delle porte, e che formano la così detta *capriata* della soglia. Questi battenti poi sono costruiti o in pietra da

taglio saldamente fermati nelle soglie, oppure in travi supine spalleggiate da una pietra rilevata sulle stesse soglie, o legate ad esse con opportune ferrature.

I cardini sui quali girano i battenti delle porte sono formati da due perni o *pollici* di ferro sporgenti verticalmente dagli estremi del ritto cardinale, l'inferiore dei quali gira entro una ralla di ferro fuso che dicesi anche *piletta* o *lucerna* saldate nelle soglia, e il superiore gira entro un collare o anello di ferro, denominato *spreggio*, assicurato saldamente sulle spalle d'accompagnamento, o sui contrafforti ai quali si appoggiano le spalle medesime.

Le porte s'aprono allorquando l'acqua è venuta allo stesso livello, tanto nel bacino quanto nel canale a monte e a valle con cui vuolsi mettere in comunicazione il bacino medesimo

I mezzi o congegni per aprire le porte possono essere parecchi. Fra i tanti però è abbastanza semplice e comunissimo, quello che si ottiene a mezzo d'una trave orizzontalmente sostenuta, e a giusta altezza dai ritti di ciascuna porta, appositamente prolungati quanto è necessario, e sporgente d'un'opportuna lunghezza al di là del ritto cardinale. È questa trave, come vedesi, una leva di primo genere, mobile intorno ai cardini delle porte, per cui applicando al braccio sporgente, la forza di uno o più uomini che spingono a seconda della corrente, si giunge ad aprire le porte, non essendo da vincersi altre resistenze infuori di quella del mezzo in cui le porte stesse si muovono, e quella degli attriti.

Siffatto sistema offre il vantaggio di mitigare le spinte laterali che il peso delle porte produce contro i cardini, ove opportunamente si sovraccarichi l'estremità del braccio a cui s'applica la potenza, sia rafforzandone le dimensioni, sia appendendovi un peso proporzionato

786 Modo con cui agiscono i sostegni. — Compiuta così sommariamente la descrizione delle parti principali dei sostegni, e intendere come essi agiscono o funzionino per far passare le barche dall'uno nell'altro canale inferiore o superiore, m'è d'uopo premettere il modo come i bacini si riempiono d'acqua al livello di quella del canale superiore, e si vuotino al livello delle acque del canale inferiore, consistendo in queste variazioni di livello del bacino, la manovra dei sostegni medesimi.

Ora i bacini si riempiono o si vuotano a mezzo di cateratte, o di *valvole* e *portelli*, detti comunemente uscioli, e praticate nelle porte tanto a monte che a valle, oppure a mezzo di trombe o condotti laterali che hanno le loro imboccature ed i loro sbocchi nelle fronti delle spalle e dei fianchi dei sostegni girando attorno alle parti superiori dei sostegni medesimi

Il primo mezzo è certo il più facile e il più spedito, perchè a riem-

piere o vuotare il bacino basta aprire gli usciali delle porte a monte, e di quelle a valle. Non è però il mezzo più saggio, causa i pericoli che corrono le barche che si trovano entro il bacino quando devesi riempiere, per la gagliarda agitazione che si provoca le caduta d'acqua, e causa ancora i facili danni cui possono sottostare la platea e le spalle d'accompagnamento per la caduta violenta che fa l'acqua nel bacino.

Il secondo è molto usitato, ed eve si curi che la sezione delle trombe che valgono a caricare e scaricare il bacino, vada allargandosi verso lo sbocco, esso riesce molto vantaggioso.

Il modo quindi come funziona un sostegno è il seguente. S'immagini che vogliasi far passare una barca dal canale inferiore nel superiore. Giunta la barca al sostegno, e aperti gli usciali o le trombe di comunicazione del ramo del canale in cui trovasi la barca, e che in questo caso sarebbe l'inferiore, si fa venire nel bacino tant'acqua fino al livello di quella che trovasi nello stesso ramo, per così poter aprire le porte che dividono il ramo medesimo dal bacino, non avendosi che a vincere l'attrito dei cardini, e la resistenza opposta dall'acqua al movimento di ciascuna porta, e far entrare la barca nel bacino medesimo. Richiuse quindi le stesse porte e li usciali o le trombe del ramo inferiore, si aprono gli usciali o le trombe del ramo superiore, e giunta l'acqua allo stesso livello di questo, si aprono le porte e si fa passare la barca nello stesso ramo superiore.

La chiusure delle porte a monte o a valle, oltrechè riesce facile quando il livello dell'acqua è eguale tanto nel bacino che nel ramo che vuolsi superare, si può fare ancore altrimenti, e cioè aprendo le comunicazioni, ossia gli usciali o le trombe corrispondenti alle porte del ramo opposto a quello che vuolsi chiudere, e a poco a poco l'acqua mettendosi in corso fra le porte stesse le sospingerà a chiudersi, trascinandole, direi così con se.

787. Canali di condotta delle acque, e loro distinzione. — Allo scopo di favorire i trasporti colla navigazione interna, d'irrigare o di bonificare le campagne, e di soddisfare ai bisogni dell'industria, usasi da tempo antichissimo di derivare una porzione d'acqua dai fiumi maggiori, o di raccoglierle in un serbatoi quelle che possono concorrere in una vallata, e farle quindi scorrere per entro ad escavazioni fatte dall'uomo, e le quali pigliano il nome di *canali manufatti*.

Relativamente quindi allo scopo i canali si distinguono:

1° in *canali per navigazione interna*,
2° in *canali irrigatori*,
3° in *canali di scolo*,
4° in *canali per forza motrice*.

788. Canali per navigazione interna. — I canali per navigazione interna sono di due specie, *canali laterali* cioè, o ad *acqua corrente*, e *canali a punto di divisione*, o ad *acqua quasi stagnante*.

I primi sono costruiti lateralmente ai corsi naturali d'acqua, quando la pendenza, la sinuosità dell'alveo, e le differenze di portata a cui questi possono sottostare, rendano impossibile la loro navigazione.

I secondi si costruiscono per riunire due canali navigabili, traversando una catena di montagne.

789. Canali laterali, loro direzione e profilo. — La direzione di un canale laterale, è generalmente determinata da quella dello stesso fiume che sostituisce nella navigazione, e dalla vallata in cui corre il fiume medesimo.

Quantunque però così limitata, deve sempre mai tenersi lontana dai terreni permeabili o facili a franare che pur possono trovarsi nella stessa vallata, e i quali ultimi segnatamente, obbligano nella costruzione d'un canale ad opere di consolidamento, costosissime sempre, soventi inefficaci, da quelle località soggette a soffrire i danni delle tracimazioni delle piene dello stesso fiume, per così ovviare i grandi lavori di difesa che sarebbero richiesti, dalle località infine che domandassero rilevanti opere di sterro e rinterro, o segnatamente quando non vi fosse fra esse adeguata compensazione.

La direzione medesima poi è sempre definita da una linea che dicesi asse del canale, e la quale, comunque a tratti retta, o tratti curva per raccordare i primi fra loro, divide per metà, e in ogni tratta, la fatta escavazione.

Il profilo d'un canale, è generalmente un trapezio a basi parallele e coi lati egualmente inclinati sulle medesime. Le basi corrispondono, l'una al fondo del canale, l'altra alla superficie libera delle acque; i lati, alle inclinazioni delle faccie dello sterro fatto.

790. Dimensioni dei canali laterali e loro pendenza. — Le dimensioni dei canali laterali risguardano la larghezza del fondo, la quale suolsi fare grande per due volte la larghezza delle barche che li percorrono, l'inclinazione delle scarpe, o faccie laterali del profilo, e la quale varia secondo la qualità della terra in cui è scavato il canale, fra 1, 1 1/2 e 2 di base per 1 d'altezza, non mancando poi di rivestire le stesse faccie con uno dei mezzi avvisati nello studio dei rivestimenti degli argini e delle ripe, segnatamente quando vi sia il pericolo che il contatto delle acque possa danneggiarle; infine la profondità, la quale deve essere fra dati limiti, e per lasciar sempre un'altezza d'acqua di sotto alle barche da m. 0,40 a m. 0,60, e per non aumentare di troppo la velocità che ne conseguirebbe, e porre così a pericolo il fondo e le ripe del canale. D'ordinario perciò l'altezza dell'acqua è limitata fra m. 1,50 e m. 2.

Fra la superficie libera delle acque, e l'estremo ciglio del profilo, vi è sempre una distanza, o porzione di ripa libera d'acqua, che in arte dicesi *franco*, e che varia secondo l'entità del canale fra metri 0,40 e m. 0,75. A questo *franco*, succede poi, e tanto in questi canali che nei canali a punto di divisione, una strada piana dall'una e dell'altra parte del canale, larga dai 3 ai 0 metri per così agevolare il tonneggio delle barche, sia agli uomini, sia agli animali, e fare che esso avvenga quanto più è possibile orizzontalmente

Quando le condizioni della località, dell'economia nella spesa, o qualunque altra circostanza impedissero di stabilire le vie di tonneggio da tutte e due le parti del canale, è d'uopo limitarsi ad una sola, e costruire dall'altra parte una via non più larga di m. 1, a m 1,50, ad uso dei pedoni, e necessaria per le continue visite da farsi al canale per la sua manutenzione.

La pendenza poi de' canali laterali deve essere limitata tanto per favorire il meglio possibile la navigazione ascendente, quanto per assicurare la maggiore stabilità alle sponde e al fondo del canale, che, con la velocità che le acque acquisterebbero per la considerevole pendenza, avrebbero a soffrire la corrosione prodotta dalle stesse acque

In generale, pei canali laterali che hanno poca acqua, la pendenza deve essere molto lieve, dacchè è considerevolissima, e nuoce anche alla navigazione ascendente, la pendenza di 1/3000 nei canali che conducono molt'acque.

A confronto di questi dati che tolgo dal *Manuale pratico d'idrodinamica* dell'ing. *Colombani*, riferisco qui le pendenze di alcuni canali laterali della Lombardia, quali le trovo nello stesso *Manuale*.

		di pendenza
Il Naviglio Grande	Dall'incile a Tornavento Ite	0,001546
	Da Trezzano al ponte di Corsico	0,000176
Il Naviglio di Pavia	Dalla Conchetta alla Conca del Lambro	0,000289
	Dal Cassenuo alla porta Stoppa di Pavia	0,000099
Il Naviglio della Martesana e Fossa interna.	Dal Ponte del Colombarolo a quello di Cernusco Asinario	0,000378
	Da Porta Orientale all'Ospitale	0,000322

Si avverta poi, che ove la differenza di livello fra gli estremi del canale a costruirsi fosse eccessiva, ed ove la direzione di esso obbligasse a tralasciare un'unica pendenza in tutta la sua lunghezza, devesi, in questo caso curare che i tratti di maggior pendenza siano scavati nei terreni i più sodi o nei terreni più impermeabili per così evitare, nei primi, le corrosioni che conseguono dall'aumentata velocità per causa dell'aumentata

pendenza, nei secondi, le maggiori filtrazioni, da evitarsi meglio ancora delle corrosioni, potendo a queste riparare con rivestimenti. In quello, ossia quando risulti eccessiva la differenza di livello fra i due canali, devesi dividere la lunghezza del canale in tanti tratti differenti di livello da 2 ai 3 metri, e quivi stabilire delle cadute, e costruire dei sostegni o conche per così superare lo altezze medesime, a favorire la comunicazione fra i differenti rami del canale

791. Alimentazione dei canali laterali. — L'alimentazione di questi canali si fa a spese del corso naturale d' acqua che esso accompagna, e di tutti i tributari del corso medesimo, i quali valgono abbastanza a riparare le perdite d'acqua che fa il canale per le infiltrazioni e l'evaporazione.

792. Canali a punto di divisione — Scopo di questi canali, è, come dissi già, di riunire due fiumi o due canali navigabili, separati da una catena di montagne, sovente elevatissime sul livello degli stessi fiumi o canali. Non si creda però che essi traversino le montagne a mezzo di grandi sterri, o di gallerie praticate in esse, che certo sarebbero lavori difficilissimi, e forse anche impossibili. Questi canali si dicono a *punto di divisione*, e anche a *punto culminante*, unicamente perchè nell'attraversare le montagne raggiungono di queste il punto più basso, che pero è culminante per gli estremi dei fiumi a congiungere, partendosi da uno di questi medesimi fiumi, per poscia discendere dallo stesso punto, che dicesi perciò di divisione, all'estremo dell'altro fiume o canale. È perciò anche, che questi canali sono detti a due pendenze.

Ora è facile lo intendere, che ove si volesse raggiungere il punto di divisione con un sol canale per parte, ad una pendenza unica e continua, sarebbe impossibile affatto il salire e discendere per il canale medesimo senza gravissimi danni alle persone e alle barche, quando fosse notevole la differenza di livello fra il punto di divisione e gli estremi o canali a congiungere.

Il punto invece si raggiunge a mezzo di tratti o rami di canali intercetti da sostegni o conche, come già si consigliò di fare nei canali laterali, allorchè fra gli estremi di essi eravi notevole differenze di livello, e con pendenza così lieve in ciascun ramo da far considerare le acque quasi stagnanti.

793 Direzione e dimensioni d'un canale a punto di divisione — La direzione di questi canali è data dagli estremi dei fiumi o canali a congiungere, dal punto di divisione del canale, e il quale ha da essere il punto più basso della catena di montagne a traversare, essendo così facile di raccogliere ivi la maggior quantità delle acque che alimenteranno il canale, a potendo per tal mezzo afferire le minori ascese alle barche che debbono portarsi dall'uno all'altro fiume; dalla natura dei terreni da

attraversare, e per cui si eviteranno le roccie che presentano fenditure, e i terreni permeabili, infine dalle considerazioni del maggior commercio di alcuni punti segnalati lungo la percorrenza del canale.

Non sempre però nella direzione d'uno di siffatti canali è a prescegliersi il punto più basso come punto di divisione. Quando la catena delle montagne a traversare, offrisse un serbatoio naturale d'acqua, un lago cioè, considerevole però per volume d'acqua a modo da poterlo giudicare bastevole all'alimentazione del canale, e fosse a tale altezza dagli estremi dei fiumi a congiungere, da non richiedere cadute d'acqua nè differenti in altezza nè maggiori in questa di m. 2 a 3, e a tale distanza dagli estremi medesimi da concedere la voluta lunghezza ai canali intermedi alle cadute medesime, il punto di divisione può essere in prossimità allo stesso lago.

Le dimensioni era del canale riguardano la sua sezione, e la lunghezza di ciascun ramo intermedio a due sostegni successivi.

La sezione è data dal profilo e dall'altezza dei canali, e l'uno e l'altra sono identici al profilo e all'altezza dei canali laterali.

La lunghezza è fissata nei seguenti limiti, non più grande cioè della lunghezza che può percorrere una barca in un quarto d'ora, tempo superiore di circa 1/3 a quello impiegato nei migliori sostegni per essere attraversati dalle barche, nè più piccola del prodotto dell'altezza minima dell'acqua che può avere un canale senza inconvenienti per la navigazione, per il quoziente della capacità del bacino d'un sostegno divisa per la larghezza del canale.

Quando la lunghezza di questi canali intermedi non è compresa fra i detti limiti, vi si supplisce sia aumentando la larghezza dei canali, sia la profondità delle acque.

La lunghezza di questi canali è così determinata, tanto per evitare che la brevità dei medesimi li impoverisca d'acqua dopo il passaggio nei sostegni inferiori di un piccol numero di barche, quanto per schivare le cadute di altezza considerevole ove si dovessero congiungere due punti a livelli differentissimi.

794. Alimentazione d'un canale a punto di divisione. — L'alimentazione d'uno di siffatti canali risguarda due problemi importantissimi, quali sono, la determinazione della perdita d'acqua che si fa in questi canali, e il mezzo migliore di procurarsi tanta acqua per sopperire alla detta perdita.

Ora la perdita è dovuta a cinque differenti cause, quali sono, l'*evaporazione*, le *filtrazioni*, le *porte dei sostegni*, il *passaggio delle barche nei sostegni*, e infine il *riempimento del canale* dopo che è stato vuotato per i lavori di riparazione.

1° *Evaporazione.* — La perdita d'acqua fatta per evaporazione da un canale, si calcola mediamente all'anno di m. c. 1,500 per metro quadrato

2° *Filtrazioni.* — La perdita d'acqua dovuta alle filtrazioni, comunque dipenda generalmente dalla natura del suolo in cui è scavato il canale, pure si calcola nel doppio di quella perduta per evaporazione. È a dire però che questa quantità è anche maggiore la prima volta che il canale si riempie, ma poi diminuisce del limite segnato, mano mano che si saturano le masse permeabili, e avviene il deposito delle poche fanghiglie e sabbie che trasportano le acque

3° *Perdita d'acqua per le porte dei sostegni.* — Comunque variabile a seconda della buona o cattiva costruttura delle porte, e delle maggiori o minori cura poste nel loro maneggio e manutenzione, pure calcolasi in media una perdita dai 200 ai 1200 metri cubi d'acqua per ogni 24 ore, e per ogni versante del canale medesimo, ossia per ognuna delle due parti in cui il canale è divisa dal *punta di divisione.*

4° *Perdita d'acqua dovuta al passaggio delle barche nei sostegni.* — La perdita d'acqua dovuta al passaggio delle barche nei sostegni, si determina considerando che, dette, S la superficie della seziona orizzontale del bacino d'un sostegno, a la sua altezza, e V il voluma d'acqua spostato dalla barca; ove una barca voglia passare da un ramo in un altro immediatamente superiore, è d'uopo che essa entri nel bacino del sostegno che separa i due detti rami, e che il ramo superiore si vuoti di tanta acqua quanta ne offre il prodotto $S \times a$, per così poter mettere al livello delle sue acque quelle del bacino che contiene la barca che nel ramo stesso superiore deve passare, più del volume V spostato dalla barca, quando la barca stessa sarà entrata nello stesso ramo.

Adunque allorchè in un ramo superiore entra una barca, esso perde una quantità d'acqua eguale a

$$S \times a + V.$$

Se poi una barca passa da un rama in un altro immediatamente inferiore, essa entra nel bacina del sostegno, il quale avendo le acque allo stesso livello del ramo superiore, allorchè saranno chiuse la porte a monte, avrà tolto allo stesso ramo superiore una quantità d'acqua eguale a $S \times a$. Ma per il voluma d'acqua spostato dalla barca quando trovasi entro il bacino chiuso, ritorna al ramo superiore una quantità d'acqua eguale a V, dunque allorchè da un ramo superiore passa una barca in un rama immediatamente inferiore, quello perde una quantità d'acqua eguale a

$$S \times a - V.$$

Da ciò ne risulta che per l'intiera traversata la perdita d'acqua sarà, di

$$(S \times a) + V + (S \times a) - V = 2 (S \times a)$$

Ciò per il caso che la barca non abbia aumentato o diminuito il suo carico. Che se mai ciò avvenisse, supponendo che una barca vada al ramo superiore per caricare, detto v il volume d'acqua che essa sposta allorchè è vuota, il ramo superiore avrà una perdita d'acqua eguale a

$$S \times a + v$$

mentre venendo carica nella discesa, e dicendo V il volume d'acqua che sposta in questa sua nuova condizione, il ramo superiore perde una quantità di acqua espressa da

$$S \times a - V$$

Adunque nell'intiera traversata perderà tanta acqua quanta se ne ha in

$$S \times a + v + S \times a - V = 2(S \times a) + v - V$$

Conoscendo adunque il numero dei battelli che percorrono un canale o punto di divisione, sarà facile colla considerazioni ora fatte di poter determinare la perdita d'acqua cui soggiace il canale per il passaggio delle barche nei sostegni.

Non è raro, sebbene non sia economico nè per l'acqua nè per il tempo, che al ovviare ad una gran caduta si faccino succeder immediatamente due o più sostegni fra loro, e per cui diconsi accollati. Simile disposizione di sostegni obbliga ad una considerevole perdita di acqua per le barche che ascendono. Difatti rappresentando con n il numero dei sostegni accollati, una barca che ascenda sposta dal ramo superiore un volume d'acqua espresso da

$$(S \times a) n + V,$$

supponendo i sostegni d'eguale caduta a; mentre la stessa barca nella discesa non sposta che una quantità d'acqua espressa

$$S \times a - V$$

5° *Perdita d'acqua per riempiere il canale quando viene disseccato per procedere alle riparazioni.* — Questa perdita è la stessa quantità che occorre per porre il canale, nei suoi due versanti, in condizione di favorire la navigazione per cui fu costruito.

I mezzi per sopperire a tante perdite d'acqua, e a parte gli stagni naturali dei quali si può approfittare, allorquando si trovino presso il punto di divisione, sono parecchi. Fra questi però ricordere i *rigoli* o *canaletti*, e i *serbatoi*.

795 Canaletti o rigoli, loro dimensioni e costruttura — Allorquando i corsi naturali d'acqua valevoli ad alimentare i canali a punto di divisione, non giungono direttamente sul canale, e sul suo punto di divisione, ne conviene derivare da essi l'acqua e condurla direttamente sul canale, o in un serbatoio, a mezzo di piccole escavazioni fatte sul terreno, e con tali dimensioni in pendenza e profondità d'acqua, che la velocità di questa non sorpassi i m. 0,35 a secondo Ove il terreno in cui si praticano queste escavazioni sia permeabile, consiglia lo *Sganzin* di rivestirne le pareti e il fondo con uno strato di creta ben battuta Esse poi sono munite alle estremità di saracinesche o paratoie allo scopo di meglio regolare l'uscita dell'acqua

796. Serbatoi d'acqua, loro dimensioni e costruttura — I serbatoi d'acqua sono stagni artificiali che si costruiscono nella parte più bassa delle vallate di grande estensione, e a fianchi molto inclinati. Il muro da cui sono cinti, e il quale è più meno alto secondo il volume delle acque che debbono racchiudere, può essere, in terra, e formata quindi con un rinterro, in muratura mista di pietra naturale o artefatta, e in terra, o finalmente in sola muratura

La cinta di terra si suole ordinariamente costruire con un profilo trasversale a trapezio, alto per circa m 1,50 sopra il livello che le acque debbono raggiungere nel serbatoio, e con inclinazione nelle due faccie laterali variabili secondo la qualità della terra fra 1 e 1¼, e 3 di base per 1 d'altezza

Alcuni pratici hanno proposto di abbondare nella scarpa interna più di quello non facciasi per l'esterno, altri poi osservando che le scarpe segnatamente le interne, tendono a disporsi in un profilo concavo con inclinazione più ripida nell'alto, e più dolce nel basso, o a'piedi del rinterro, propongono di formare lo stesso rinterro nel seguente modo la parte inferiore 3 di base per 1 d'altezza, quindi uno strato orizzontale seguito da altro strato con 2 di base per 1 d'altezza, a cui poi succede un nuovo strato orizzontale, seguito da altro strato con 1 o 1/2 di base per 1 d'altezza.

La costruttura di questi rinterri di cinta, che possono ben chiamarsi argini contenitori, e la qualità delle terre da preseegliersi, sono basate sulle considerazioni già fatte nello studio degli argini di terra.

Le cinte miste sono poco usate, siccome poco economiche, occupando esse un volume di pietre presso che eguale al volume che s'impiegherebbe per cinte di sola muratura, e un volume di terra che oltre essere eccessivo, riesce un di più, e conseguentemente una cagione di un'inutile spesa

Le cinte finalmente in semplice muratura si fanno, sia con profilo

interno rientrante, e a faccia esterna intersecata da gradini, sia con profilo unito e con sostegno di contrafforti.

Riservandomi al Libro seguente, a determinare lo spessore a darsi a questi muri che sono null'altro che muri di sostegno, mi limito qui a ricordare che nella loro costruttura i muri di cinta per serbatoio, richiedano: 1° buone e salde fondazioni e impermeabili all'acqua, 2° spessore proporzionato alla pressione delle acque, 3° compatezza uniforme di costruttura per impedire le filtrazioni in qualunque punto.

Alla prima condizione, si sodisfa con fondazioni di calcestruzzo, alte per m. 1, o m. 1,50, e larghe, a partire dall'interno, per circa m. 3.

Alla seconda, con le considerazioni che ne permetterà il calcolo, e le applicazioni dei principii su cui è basata la stabilità delle costruzioni.

Alla terza infine, con la maggior cura nella materiale costrutture, con l'impiego di pietre omogenee per natura, e di calce eminentemente idraulica. In proposito sono buone le cinte costruite con muratura imbottita con calcestruzzo, o anche con creta.

La scelta poi della cinta a costruirsi dipende da parecchie circostanze, ma segnatamente:

1° Siccome le fondazioni delle cinte di muratura richiedono terreni molto resistenti, così ove il terreno non presenti bastante sodezza, si preferiranno gli argini o le cinte di terra.

2° Le cinte o argini di terra hanno a loro favore le condizioni di impermeabilità, e di resistenza all'azione delle intemperie.

3° Infine le cinte di muro sono a preferirsi per le maggior resistenza che esse presentano alle frequenti variazioni di livello nel serbatoio, all'azione delle onde, e alle non infrequenti tracimazioni dell'acqua.

L'alimentazione poi del canale col mezzo dei serbatoi si fa con acquedotti chiusi da paratoie ossia saracinesche, o da tubi di condotta chiusi da chiavi o rubinetti. L'acquedotto può esser unico, e stabilito al basso della cinta del serbatoio, oppure sono parecchi, e stabiliti a differenti altezze della stessa cinta, per così rendere più agevole il maneggio delle paratoie che permettono l'uscita all'acqua dal serbatoio. Dall'acquedotto poi e dagli acquedotti, l'acqua si versa in un canale da cui anche a mezzo di paratoie entra nel ramo del canale che è al punto di divisione, e in altri rami dei due versanti dello stesso canale.

Perchè poi le acque somministrate al canale, comunque esso sia laterale o a punto di divisione, non oltrepassino quell'altezza che è necessaria alla navigazione, e possa lo stesso canale scaricare queste sovrabbondanti acque, è bene che superiormente ai sostegni abbia il canale uno sfogatoio laterale, che immettendo le acque in un canale detto *diversivo*, le conduca a sboccare nel tronco inferiore al sostegno. Lo sfogatoio, di cui è parola,

e ha il suo incile elevato di tonto sul fondo del canale quanto basta a mantenere nel canale medesimo l'altezza d'acqua necessaria alla navigazione, e per cui la sovrabbondante può scaricarsi di per se, oppure è munito di paratoie da potersi regolarmente aprire, per sottrarre o tutta o parte l'acqua del canale.

Non è raro però che di simili canali diversivi, siano anche muniti i serbatoi, per così evitare in questi le sovrabbondanti piene causate da straordinarie pioggie, o dallo scioglimento delle nevi.

797. Canali per irrigazione, loro direzione, pendenza, e profilo. — Destinati questi canali a condurre le acque pei bisogni dell'agricoltore, debbono essere stabiliti a modo che la loro direzione, e il loro asse, corra possibilmente nel mezzo dei terreni da irrigarsi, sempre però toccando i punti più elevati dell'estensione per cui si stabiliscono, affinchè sia maggiore il beneficio che deve tornarne all'agricoltura.

Alimentati direttamente da un serbatoio o da un corso d'acqua, naturale o artificiale entrambi, essi distribuiscono le acque che ricevono ad altri canali che da loro si partono a destra e a sinistra, e dai quali poi si dipartisce l'acqua per l'irrigazione.

La pendenza dei canali d'irrigazione, varia secondo il volume delle acque che conducono, e meglio secondo l'altezza e cui può giungere lo stesso volume, essendo come già dissi, l'altezza medesima, fattore della velocità con cui corre l'acqua per entro il canale.

D'ordinario però ai canali che conducono poc'acqua, e che diconsi anche *roggie* si dà una pendenza variabile fra 0,5 e 0,9 per 1000, mentre ai canali di considerevole portata si dà una pendenza per 1000 compreso fra 0,2 e 0,5.

Il profilo poi di questi canali, è anch'esso dato da un trapezio a basi parallele, con due lati egualmente inclinati sulle medesime. La base più piccola è data dal fondo del canale, ed essa suolsi in generale tenere fra le tre e le sei volte l'altezza dell'acqua nei grandi canali, mentre si fa appena doppia dell'altezza stessa nei piccoli canali ossia nelle roggie. L'inclinazione dei lati poi segue le stesse prescrizioni che ho ricordato nel determinare le inclinazioni degli argini e delle ripe dei fiumi, non che le inclinazioni dei lati dei canali navigabili.

798. Costruttura dei canali per irrigazione. — La costruttura di questi canali si eseguisce in generale colle stesse avvertenze date per la costruttura dei canali di navigazione. Si curerà perciò di rivestire il fondo e le ripe del canale di materie impermeabili, ove le escavazioni si facciano in terreni che diano luogo alle filtrazioni; di consolidare con mezzi migliori che l'arte suggerisce, le ripe dei canali quando la natura del terreno non offre bastevole garanzia di resistenza contro il contatto delle

acque; infine di costruire con la maggior solidità, e con inclinazioni laterali proporzionate alla natura del terreno, il rinterro necessario a sostenere il canale, quando il medesimo dovesse stabilirsi sopra un terrapieno. Si avverta poi che ove una o tutte e due le faccie del rinterro convenisse di farle notevolmente grandi, è necessario interromperle a mezzo di banchine alquanto inclinate verso il piede della stessa faccia del terrapieno, per così consolidare maggiormente il terrapieno medesimo, offrendo sempre uno scolo non interrotto alle acque che potessero colpirne le sue faccie.

Quando il terreno che deve attraversare un canale presenta una pendenza superiore a quella che conviene d'adottare, è d'uopo dividere la lunghezza del canale in tanti tratti separati da altezze, nelle quali si stabiliscono, o dei sostegni se il canale per irrigazione può favorire anche la navigazione, oppure delle cateratte in opere però di soda muratura, e con una platea in a valle della cateratta stessa, capace di resistere ai gorghi originati dalla stessa caduta.

A parte i serbatoi d'acqua e i canaletti o rigoli di cui ho già tenuto parola nello studio dei canali per navigazione, paragrafi 795 e 796, e che pur occorrono pei canali d'irrigazione, non è raro che nella costruzione dei canali in generale, e per condizioni speciali del terreno in cui hannosi a stabilire, e per condizioni della stessa loro direzione, siano richiesti altri lavori d'arte importantissimi, come gli *acquedotti*, i *ponti-canali* e i *sifoni*, dei quali mi propongo di fare un breve studio, dopo i pochi cenni che darò dei canali di scolo, e per forza motrice.

799. Canali di scolo, loro direzione, pendenza e profilo. — Servono i canali di scolo per esportare dalla campagna le acque nocive, ed essiccarla a modo da renderla idonea alla cultura. D'ordinario essi sboccano o nei fiumi vicini, o in paludi, stagni, ecc., o nel mare.

Nei fiumi sboccano però quei canali che servono per campagne che sono più alte del fondo dei canali, se questi sono temporanei, o più alte del pelo magro delle acque negli stessi canali, se essi sono perenni. La loro foce poi, o è libera, cioè aperta in ogni tempo, se il fondo dei canali è più alto delle maggiori piene del fiume, o è munita di chiavica in caso contrario, per impedire che le acque del fiume non s'introducano nel canale, e le acque che il canale conduce rimangano rinchiuse in esso, fino a che terminata la piena possano avere lo sbocco nel fiume. Munendo però di chiavica le foce dei canali di scolo, è bene avvertire, che se i terreni che devono scolarsi per i medesimi sono inclinati verso lo sbocco, i canali debbano essere arginati, e gli argini della campagna più bassa debbono essere innalzati tanto che basti a pareggiare l'altezza della campagna più alta, per impedire così le inondazioni della stessa campagna

più bassa. I canali però che scolano questi terreni, è meglio siano senza chiavica, per non allagare la parte bassa degli stessi terreni nel tempo della chiusura della chiavica.

I canali che sboccano nelle paludi, o stagni, hanno d'ordinario lo sbocco libero, siccome non è a temersi nessun rigurgito dal maggior o minor abbassamento dell'acqua delle paludi, causa che i terreni che si scolano in esso sono certo più alti del pelo massimo delle acque della palude stessa. Che se poi la declività del piano di campagna nelle parti inferiori contigue alla palude, è così piccola da tenerlo per la sua altezza asciutto la maggior parte dell'anno, è bene difendere con argini *circondarii* il terreno più alto, acciocchè crescendo l'acqua della palude non abbia ad inondarsi, quantunque, e per gli argini stessi, si trattengano nelle campagne le acque piovane per tutto il tempo che dura il gonfiamento della palude, passato il quale, le acque si scaricano nella palude per uno o più tagli fatti negli argini. I terreni però in cui avvengono siffatti ristagni d'acqua non si riducono a coltura perfetta, ma si mantengono ad uso di pascoli o praterie. Finalmente quando i canali di scolo hanno il loro sbocco nel mare, e debbono attraversare le alte dune che il medesimo si forma quasi ad argine delle burrasche e dell'alta marea, oltrecchè è bene armarlo di forti argini acciò introducendosi per il taglio fatto nelle dune, l'acqua del mare burrascoso non s'allarghi per le campagne e le sommerga, conviene anche stabilire nello sbocco una chiavica che si chiude quando il mare è alto per così contenerlo nei suoi soliti limiti, e s'apre in mar basso per dar libero lo sbocco alle acque.

La direzione dei canali di scolo, che pur diconsi *smaltitori*, è ordinariamente fissata dal punto di sbocco o scarico sia nei fiumi, nelle paludi, o nel mare, o dalla linea maggiormente depressa dell'estensione di terreno in cui vuolsi stabilire un ben regolato sistema di scoli, acciò i canali smaltitori possano al meglio ricevere le acque del terreno che per essi si scarica della sovrabbondante acqua, e che negli smaltitori medesimi viene immessa da fossi principali e secondari che scorrono per ogni direzione del terreno a scolarsi, e che meglio diconsi primi e secondi *collettori*. Ogni primo collettore poi, e a partire dal punto in cui imbocca le acque nello smaltitore, deve correre per la linea più depressa della zona di terreno a cui risponde, e deve ricevere le acque da tanti secondi collettori posti alla destra e alla sinistra sua, quanti opportunamente ne stanno. Allorchè un primo collettore corre per una linea che si possa considerare siccome l'incontro di due porzioni di terreno sensibilmente piane, ed entrambe inclinate inverso la stessa linea, i secondi collettori che in esso immettono le loro acque, possono stabilirsi dall'una o dall'altra parte del collettore medesimo, parallelamente fra loro e nelle linee di massima pendenza della parte di terreno a cui rispondono.

L'imbocco dei secondi nei primi collettori, e di questi negli smaltitori deve sempre aver luogo con un angolo acuto a monte.

La pendenza dei vari canali di scolo, collettori, cioè e smaltitori, non deve essere di molto dissimile da quella che presentano i terreni nei quali si stabiliscono, e nei quali può discendere sino a m. 0,1 per ogni 1000 metri.

Il profilo poi è anche esso, come per gli altri canali, a sezione di trapezio, con lati egualmente inclinati alle basi, e con inclinazioni dipendenti quasi unicamente dal volume delle acque che scorre in essi. Il profilo stesso però non dev'esser approfondito oltre certi limiti, determinati dal volume delle acque che possono condurre, e che non può mai col suo pelo massimo sorpassare il piano della campagna in cui è stabilito il canale, e dalla considerazione d'ovviare per il maggior tempo possibile ai danni che possono occasionare gli interrimenti, per quanto piccoli, del fondo degli stessi canali, interrimenti dovuti sempre a quel poco di limo che le acque, segnatamente se di pioggie impetuose, portano via dalla superficie dei campi, e dallo slavamento delle ripe degli stessi canali. Infine la profondità dei canali smaltitori nel punto di sbocco o scarico, non deve esser mai al disotto del pelo delle acque in cui deve avere esito il canale, salvo però che i terreni non abbiano tale pendenza che i fondi dei canali in essi scavati, restino bensì più alti del pelo infimo delle acque del recipiente in cui hanno esito le loro acque, ma così poco, che, cessando ancora del ricevere acqua dai terreni, i canali non possano che lentamente e stentatamente asciugarsi. Quanto più in simil caso, il fondo dello sbocco del canale si abbasserà sotto il detto pelo infimo, tanto più sarà felice lo scolo.

La larghezza poi dei canali di scolo, il *Guglielmini* la stima tanto migliore quanto sarà più grande, purchè però non si consumi inutilmente il terreno, segnatamente quando la sua pendenza assicura l'eguale felicità di scolo con minore larghezza. La maggior larghezza d'altronde di questi canali, se vale a compensare la poca altezza che le acque in essi debbono avere, per non impedire che vi si versino quelle che vi portano i canali secondari, deve però esser sempre determinata a modo da non rallentare siffattamente la velocità dello scolo, da cagionare nel canale innalzamenti di fondo da valle a monte, e togliere, ciò che dicesi la caduta di scolo ai canali secondari, e la quale è a richiedersi in questi sommamente.

800. Canali per forza motrice, loro direzione, pendenza e profilo. — La direzione di questi canali, e i quali diconsi anche *gore*, è quasi fissata dalle località in cui voglionsi stabilire gli opifici dei quali è richiesta la forza motrice delle acque. È da avvertirsi però che la prescelta direzione permetta di profittare della totale caduta che v'ha fra gli estremi

suoi, e presenti opportunamente i salti, ossia le cascate, necessarie allo stabilimento di quei motori idraulici che meglio si stimano più adatti per le progettate industrie.

La pendenza dei canali per forza motrice varia fra m. 0,16 e m, 0,8 per 1000. Il profilo poi degli stessi non cangia dalla figura di trapezio e lati egualmente inclinati sulle basi, e colla base minore corrispondente al fondo del canale, larga per 4 o 6 volte l'altezza dell'acqua nel canale medesimo.

801. Acquedotti, loro dimensioni e costruttura. — Diconsi acquedotti, quegli edifizi destinati a condurre le acque dalla sorgente che le produce o dal punto di derivazione, attraversando una strada od una vallata.

Quantunque non sia raro il caso che le acque negli acquedotti, scorrano a cielo, come suolsi dire scoperte, pure è bene, e segnatamente se l'acqua ha da conservarsi limpida, che essa scorra per entro a canali ricoperti, come usasi più comunemente da una volta a botte. L'acquedotto riesce per tal modo un condotto che può bene costruirsi in muratura o in ferro, e massime secondo la località in cui si ha a stabilire.

Le dimensioni degli acquedotti, debbono essere tali da permettere che per esse scorra quel volume d'acqua necessario ai bisogni per i quali fu costruito l'acquedotto. Siccome però è necessario poter sorvegliare l'interno del condotto in cui scorre l'acqua, così usasi di fare il condotto medesimo di circa m. 1,60 d'altezza, e di costruire alla sponda destra o sinistra una banchina larga per circa m. 0,60 per così poter visitare il il condotto, e ripararlo all'occorrenza.

Colle dimensioni, è occorre a tenersi calcolo della pendenza, la quale dev'essere ristretta fra limiti tali, che per essa e per l'altezza a cui si terrà l'acqua, questa non abbia una velocità superiore a metri 1 per secondo.

La costruttura infine degli acquedotti varia secondo la direzione che essi seguono, e il materiale che vogliasi impiegare. Quando dovessero correre in pianura, e a poca altezza dal livello del suolo, non mancando d'avere la necessaria pendenza, gli acquedotti potrebbero costruirsi a guisa di canale, con profilo a trapezio, e innalzarsi sopra argini di terra che valessero a sostenere il carico dell'acqua. Occorrendo di dovere attraversare una strada, o congiungere due montagne più o meno alte, potrebbe convenire d'alzare uno o più ordini d'arcate per sostenere superiormente il condotto dell'acqua, come usarono di fare i Romani, e come abbiamo esempi bellissimi di moderni architetti, e in Italia e in Francia (1).

---

(1) L'Italia, fra gli acquedotti dei moderni tempi ricorda quello bellissimo di Caserta, opera del famoso *Vanvitelli*, eretto nella metà del trascorso secolo. Esso ha tre ordini d'arcate, e s'eleva poco meno di m. 55 nei punti più bassi che attraversa.

La Francia, ha l'acquedotto di *Roquefavour* presso Marsiglia con tre ordini d'arcate, e 84 metri di elevazione sul punto più depresso.

Ove infine dovesse internarsi in una montagna o correre per il suo fianco, potrebbe o aprirsi un condotto a guisa di galleria, o usare tubi di ferro o anche di calcestruzzo, d'un diametro proporzionato al volume delle acque che in essi dovrebbero scorrere

802. Ponti canali, loro dimensioni e costruttura. — I ponti canali sono edifizi destinati a sostenere l'alveo d'un canale che deve passare sopra un fiume o altro canale più basso, e da cui vuolsi tenere separato E poichè non si può passar sopra le acque d'un fiume, o d'un canale senza un sistema d'arcate o di travate costituenti un ponte, così questi edifizi si dicono *ponti canali*, perchè fanno al tempo stesso ufficio di ponte e di canale.

Le dimensioni dei ponti canali variano col genere di costruttura che vuolsi impiegare, colle dimensioni del canale o fiume che s'attraversa, e colla destinazione ultima del canale sostenuto dal ponte.

D'ordinario, e quando il canale sostenuto, serve alla navigazione, la larghezza del suo alveo è poco più grande della larghezza dei sostegni che corrispondono allo stesso canale, la sua altezza è eguale all'altezza dell'acqua richiesta dalla navigazione medesima più 0,50 di franco fra la superficie dell'acqua e il ciglio del profilo da cui incomincia la banchina necessaria per il tonneggio delle barche, e la cui larghezza varia fra m 1,30 e m 1,90. Le sponde poi di questi canali quantunque inclinate, e costituenti conseguentemente il profilo del canale medesimo a figura di trapezio, pure la loro inclinazione è di molto più piccola a quelle ordinaria dei canali sopra terra, causa il genere di costruttura con cui si eseguiscono.

La pendenza poi di questi canali, è tutta relativa al cómpito del canale che sta sopra il ponte

La costruttura dei ponti canali può essere in muratura, in legname, o ferro, secondo l'importanza, la lunghezza e la durata che devono avere. Le vôlte però o travate del ponte e le pile e spalle che le sostengono, si determinano in base ai principii medesimi che regolano la costruttura dei ponti, tenendo però calcolo del maggior peso che questi ponti debbono sopportare

Quanto è da curarsi di raggiungere nel massimo grado in queste opere, è l'impermeabilità, non solo per ovviare ad una considerevole perdita nelle portate d'acqua del canale, quanto per assicurare la maggiore stabilità all'opera stessa, e risparmiare le frequenti riparazioni a cui obbligano sempre mai le filtrazioni nelle opere d'arte segnatamente in muratura.

È perciò che non è mai raccomandato abbastanza l'uso delle buone calci idrauliche e dei buoni cementi, come anche l'intonaco di bitume

dato in due o tre strati, e per lo spessore complessivo di m 0,01 a m. 0,02, a tutte l'alveo dello stesso canale.

803 SIFONI, LORO DIMENSIONE E COSTRUTTURA. — Diconsi sifoni, quelle costruzioni erette allo scopo di condurre un volume più o meno grande d'acqua, e che gli scorre in un condotto o canale, al disotto d'una strada o d'un corso d'acqua qualsivoglia. I sifoni sono formati da un condotto orizzontale, o presso che orizzontale, detto *tromba*, basso quanto è necessario per sottopassare alla strada o al fondo del corso d'acqua che vuolsi attraversare, e da due condotti verticali o inclinati che diconsi pozzi o bracci del sifone, e pei quali l'acqua discende da un lato per salire dall'altro dopo aver percorso il condotto orizzontale, essa la tromba, e scaricarsi in un condotto o canale fuori terra

Quando il volume delle acque a condursi del sifone è considerevole, i bracci del sifone medesimo sono sostituiti dagli estremi dei canali o condotti a congiungersi, e il cui fondo, abbassato convenientemente, si raccorda col fondo della tromba dello stesso sifone In simil caso il sifone dicesi meglio *tomba*.

Le dimensioni dei sifoni variano secondo la qualità del terreno che debbono attraversare, e secondo il volume delle acque che essi conducono. La qualità del terreno contribuisce particolarmente sulla grossezza da assegnarsi al fondo della tromba, il volume delle acque poi sulla grossezza delle spalle laterali dei bracci e della stessa tromba, non che sulla grossezza della vòlta, per così resistere alla pressione interna dell'acqua che tende costantemente a smuoverla

La tromba ha il suo fondo piano o concavo, ed è coperta da una vòlta a botte che riposa sopra piedritti o spalle che s'innalzano verticalmente sulla platea della stessa tromba I bracci invece, o hanno sezione di rettangolo se sono verticali, o seguono l'andamente della sezione della tromba se sono inclinati, o se il sifone si sostituisce da una tomba.

La costruttura dei sifoni e delle trombe si eseguisce in muratura o in ferro. Nel primo caso è d'uopo usare pietre impermeabili all'acqua e malta di calce idraulica o cemento, seguendo poi sempre le norme generali della struttura murale. Nel secondo caso si costruiscono in muratura i bracci verticali del sifone, e si forma la tromba a mezzo d'un tubo di lamiera di ferro ad asse rettilineo, o curvilineo secondo che è meglio richiesto dalla località che si deve attraversare.

804. DISPENSA DELLE ACQUE. — Quantunque la dispensa delle acque sia argomento speciale della idrometria, pure avendo già detto alcun che dei canali d'irrigazione, e dovendo, sebbene brevemente, occuparmi anche delle *bocche d'erogazione*, e dei *partitori*, principali opere d'arte necessarie nella dispensa medesima, stimo riescano opportuni alcuni cenni intorno a siffatto argomento, e ai mezzi coi quali si risolve.

E primieramente, il fine che si propone la dispensa delle acque, è duplice, intendendo essa, o di *assegnare i metodi e le regole da seguirsi per dirivare una determinata quantità d'acqua da un canale o da un qualunque recipiente, in modo però che l'acqua così ottenuta sia nè più nè meno della richiesta*, oppure *di spartire un dato corso d'acqua in un dato numero di parti aventi fra loro un determinato rapporto*.

Entrambi, questi fini del problema generale, sono risoluti in pratica differentemente, sebbene però i metodi usati per la soluzione del primo, potessero essere opportunissimi anche per il secondo

805 Bocche d'erogazione, e condizioni per la migliore loro costruttura. — È per mezzo di queste bocche che l'idrometria risponde al primo fine della dispensa delle acque Esse poi altro non sono che incì, o fori ordinariamente rettangolari, praticate nelle sponde dei canali, dei fiumi o dei serbatoi, per derivare dai medesimi le acque necessarie ai differenti usi delle industrie.

Ora perchè queste bocche siano il meglio architettate e costrutte, e meglio lascino persuasi gli utenti che per esse sgorga tant'acqua quanta essi ne richiedono e ne pagano, fa d'uopo·

1° Che in qualunque luogo siano costrutte queste bocche, diano esse in qualunque tempo la stessa quantità d'acqua;

2° Che le bocche stesse siano in tal modo costrutte che nessun utente possa estrar maggior quantità d'acqua, senza guastarle con rotture facili a conoscersi;

3° Che le bocche siano di facil costruttura, mantenimento e maneggio, onde, lasciate in qualunque mano, non corrano rischio d'essere rovinate, o manchino di quella precisione nella portata, per cui furono costrutte;

4° Infine, che le bocche occupino, con tutta la loro costruttura, il più piccolo spazio possibile, acciò più facilmente possano costruirsi in qualunque sito, e siano per modo tale costrutte e stabilite, che nulla resti all'arbitrio dell'utente (1)

806 Modulo d'acqua. — Le bocche d'erogazione, e in Italia segnatamente, sono come dissi già rettangolari, e la quantità d'acqua che da esse sgorga per ogni secondo misurasi a moduli Questi poi variano di volume secondo la regione e il paese in cui sono usati, variando tuttora

(1) Veggasi in proposito, la *Memoria* del cav. *Vincenzo Brunacci, Sulla dispensa delle acque*, Milano, per Giovanni Silvestri 1827, il bellissimo *Trattato d'idrometria* del cav prof. *Domenico Turazza*, Padova, 1868, e il quale non i mai abbastanza raccomandato ai giovani della Sezione Meccanica e Costruzione degli Istituti tecnici per lo studio del programma d'idraulica pratica e cui sono obbligati, e infine gli *Elementi di Meccanica e Idraulica* del prof *Giuseppe Venturoli*, annotati dal cav. *Bordoni Antonio*, Milano, 1843.

anche di nome, per seguire antiche consuetudini, o le antiche misure con cui si determinavano i lati di larghezza e altezza delle bocche

In generale poi tutte le bocche sono aperte sotto un'altezza d'acqua, detta dagli idraulici *battente*, e la quale deve rimanere costante per offrire costante il volume dell'acqua che effluisce in ogni secondo

Tralasciando ora di passare in rassegna i differenti moduli usati in Italia, per non dilungarmi troppo oltre nel cómpito che mi sono prefisso, e rimandando il lettore che li volesse dettagliatamente conoscere, alla dotta Memoria del cav. *Brunacci*, *Sulla dispensa delle acque*, mi limito alla descrizione del modulo usato nel milanese, siccome quello che meglio soddisfa alle condizioni dianzi accennate per la maggiore perfezione da riscontrarsi nelle bocche d'erogazione.

Il modulo milanese, e quivi detto comunemente *oncia*, è la quantità d'acqua che effluisce al secondo da una luce rettangolare, larga per m. 0,15 pari a once 3 del braccio milanese, alta per m 0,20 pari a once 4, e scolpita sotto un battente d'acqua di m 0,10 pari a once 2 dello stesso braccio

La costruttura poi delle bocche milanesi e la seguente Nella sponda del canale da cui vuolsi estrarre l'acqua, si pratica un'apertura *a a*, larga per la larghezza della luce che costituisce il modulo, e come dimostra la parte A della figura 173ª, ortografia d'una bocca, da chiudersi poi con una saracinesca o cateratta *s s*, che scorre negli stipiti della porta, come dimostra la parte B della stessa figura, e che è la corrispondente icnografia. All'una e all'altra parte di questa bocca s'intestano due muri, *m n*, *m n*, lunghi per m 5,95 pari a braccia milanesi 10, distanti fra loro per la larghezza dell'apertura *a a*, più m 0,25 a partire da ogni stipite della stessa apertura, e racchiudenti lo spazio *m n n m*, che chiudesi in *n n* con un lastrone di marmo grosso per m. 0,20, nel quale si scolpisce l'apertura *b b* nelle misure dianzi notate per il modulo, tenendo però la soglia *b* alta sul fondo dello spazio *m n n m* per m. 0,40 Questo spazio è chiamato *castello della bocca* o *tromba coperta*, essendo esso coperto da una vòlta su cui passa la strada che fiancheggia il canale Il peso poi della vòlta, e quello della pressione che l'acqua contenuta nella tromba esercita sui muri *m n*, *m n*, determinano la grossezza degli stessi muri Il fondo o piano di base della tromba, alcune volte è piano, per cui l'acqua che esce dall'apertura *a a* deve salire lo scalino *n b* per uscire dalla luce praticata nel lastrone di marmo che sta di fronte alla stessa apertura *a a*. Il più delle volte però esso è acclive verso la soglia della stessa luce *n b* come dimostra la parte B della figura

Poco lungi dalla apertura *a a* è murata una solida pietra P, per modo che il suo piano inferiore rimanga sullo stesso livello del ciglio C della

luce aperta nel lastrone di marmo, e all'altezza di m. 0,10 di questo livello si stende un tavolato t t che dicesi cielo morto della tromba coperta. Accollato a questa tromba vi è un canale che dicesi anche tromba scoperta, formato da due muri o d, o d lateralmente alla luce b b, lunghi per m. 5,35, e fra loro distanti differentemente ai due estremi, e cioè la larghezza della luce b b più m. 0,20, ossia m. 0,10 per parte nel punto della stessa luce, e la stessa larghezza b b più m. 0,25 ossia m. 0,125 per parte negli estremi d d degli stessi muri. Il fondo poi di questo canale è declive di m. 0,05 verso gli stessi estremi d d, e comincia a m. 0,05 al disotto della soglia b.

Quelle bocche che dovessero dare più moduli d'acqua, si costruiscono nel modo medesimo che ho descritto, ma si fa la luce b b larga per m. 0,15 tante volte per quanti moduli d'acqua si vogliano estrarre o derivare. Così volendo costruire una bocca per estrarre sei moduli di acqua, si farà la luce b b larga per m. $0,15 \times 6 =$ m. 0,90.

Per far sì poi che dalla bocca effluisca la richiesta quantità d'acqua, è d'uopo alzare la cateratta posta nell'apertura a a fino a tanto che l'acqua che entra nella tromba, e si versa per l'apertura del modulo b b, giunga a lambire il cielo morto t t, il che si conosce dallo spazio l rimasto scoperto dietro l'apertura a a e che è quanto dicesi *mettere la bocca a battente.*

Il cielo morto della tromba coperta, non essendo premuto menomamente dall'acqua che è nella stessa tromba, potrebbe anche levarsi in parte; ma è miglior consiglio, dice il *Venturoli*, di chiuderlo totalmente per quietare l'ondeggiamento della superficie dell'acqua, e il quale potrebbe alterare di qualche poco la quantità dell'efflusso.

Quando l'acqua del canale derivatore venisse a crescere in altezza aumenterebbe anche nella tromba il pelo dell'acqua sopra il termine l, e converrebbe allora abbassare la cateratta per mantenere il battente. Che se all'incontro l'acqua del canale diminuisse in altezza, converrebbe alzare la cateratta per mantenere sempre il battente medesimo.

La portata dell'oncia o modulo milanese si stima comunemente di litri 44,67 (1).

(1) La portata degli altri moduli usati in Italia varia in più o in meno da quella di Milano, secondo le dimensioni che differentemente si danno alle bocche d'erogazione, o al battente d'acqua e cui sottostanno. Sarebbe a desiderarsi però che dappertutto l'Italia non si adottasse che un sol modello, tanto nella portata e nelle dimensioni, e l'uso e le altre determinate in rapporto del novello sistema di pesi e misure. Il vigente codice civile italiano, definisce è vero, nell'articolo 622, Libro II, Titolo III, Sezione II, *Delle servitù stabilite per fatto dell'uomo*, che il modulo d'acqua sia l'unità di misura dell'acqua corrente, e sia rappresentato da un corpo d'acqua che scorre nella costante quantità di 100 litri al minuto secondo, ma non designa le dimensioni della luce e del battente, per cui nelle contestazioni è d'uopo stimare la quantità dell'acqua erogata, o con bocche a cui risponde il battente e l'altezza come lium il

Qualunque poi sia il modulo che vogliasi costruire, egli è indispensabile che le portate delle bocche siano paragonabili esattamente fra loro, e con la portata della bocca designata per modulo o unità di misura. Perchè però ciò possa ottenersi, è necessario aver riguardo a tre cose essenzialissime, alle *bocche* cioè, *al modo con cui l'acqua è condotta alle medesime*, e infine *alla maniera* con cui da esse si scarica

Per riguardo alle bocche occorre che tutte abbiano la stessa forma e le stesse dimensioni di quella che è stata prescelta per modulo; che tutte abbiano lo stesso battente, ossia siano tutte egualmente depresse sotto il pelo dell'acqua; che tutte siano scolpite in lastre della medesima grossezza, e tutte siano scavate in esse nel medesimo modo; chè tutte infine siano egualmente distanti dal fondo e dalle sponde del recipiente, perchè completa sia in tutte, o in tutte egualmente modificata la contrazione.

Per riguardo al modo con cui l'acqua dev' essere condotta alle bocche d'erogazione, è d'uopo avvertire che è bene che essa trovisi possibilmente tranquilla in tutti i recipienti in cui sono aperte le bocche, o in tutte sia egualmente agitata

Infine, e per quanto si spetta al modo con cui l'acqua effluisce dalle bocche, ed ove l'efflusso stesso non potesse farsi a libera caduta in tutte, è d'uopo avvertire che eguale impedimento si trovi in tutte le bocche, come lo è in quella prescelta per unità di misura. Così se alle bocche è unito un canale, abbia esso in tutte la stessa pendenza, presenti in tutte le identiche circostanze

Semprechè poi queste bocche debbansi aprire nelle sponde dei canali o dei fiumi, è d'uopo avvertire: 1° di collocarle nei siti ove il filone cammina parallelo alla sponda; 2° di collocarle dopo che l'alveo è stabilito; poichè se il fondo si va rialzando si rialzerà del pari il pelo del fiume o del canale, e le bocche superiori rapiranno più acqua in pregiudizio delle inferiori; mentre se il fondo s'escava avverrà il contrario; 3° infine di mantenere invariata la proporzione degli efflussi, regolandosi al pelo basso delle acque, segnatamente quando il pelo alto non è ad esso parallelo, affinchè così il riparto sia giusto nel tempo del maggior bisogno dell'acqua

807. Partitori e loro costruttura. — Diconsi partitori quelli edifizii, coi quali tutta l'acqua d'un canale viene divisa in parti aliquote.

---

modulo della regione o paese in cui è fatta la dispensa delle acque, ma avente una larghezza proporzionale al modulo italiano, oppure rapportando al modulo stesso la quantità dell'acqua erogata, in tutto il tempo che è durato il periodo della ruota (a), lo che si otterrebbe dividendo per 600 la portata in litri di quel qualsiasi modulo adoperato.

(a) Nella dispensa delle acque dicesi periodo della ruota il periodo costante di tempo in cui i dati ad egual utente, è potere secondo il dovuto orario, ossia secondo le determinate ore valevoli dell'acqua.

È a mezzo di questi edifizi che si risponde al secondo fine che si propone il problema generale sulla dispensa delle acque, potendo per essi spartire un corso d'acqua proporzionatamente ai bisogni di diversi utenti. Non è a credere però, che essi servano ad una soluzione generale del fine medesima del problema, perchè sono appena validi per la spartizione d'un corso d'acqua in parti sempre eguali fra loro, e possibilmente non mai maggiori di due.

La difficoltà di poter mantenere la velocità media delle acque del corso principale, sensibilmente la stessa all'imboccatura dei varii rami in cui esso si divide, e per modo da poter considerare le portate dei rami stessi siccome proporzionali alle loro larghezze, rende, come facilmente intendesi, incerta la soluzione del problema, sempre che vogliasi applicare un partitore alla divisione d'un corso d'acqua in parti disuguali fra loro. La considerazione difatti che per la sezione maggiore di quello dei rami in cui è diviso il corso principale, passerà più acqua a proporzione di quella che vi dovrebbe passare, deve valere a persuaderci che l'applicazione dei partitori non può essere applicata che al caso di una divisione in parti eguali fra loro.

Il partitore in generale è una specie di sperone di mediocre larghezza, e di notevole lunghezza, che si costruisce nel mezzo dell'alveo del corso d'acqua a dividersi, e che termina dalla parte donde viene l'acqua, in un taglio angolare formato di pietra naturale, per così poter meglio dividere l'acqua.

Nella costruttura dei partitori, è d'uopo avvertire:

1° di stabilire i partitori sopra porzioni rettilinee di canali, lunghe per 140 o 150 metri almeno, e a sponde regolari e parallele. Ove questa regolarità di sponde mancasse per il tratto rettilineo annotato, è d'uopo costruirla per il tratto medesimo, a a monte sempre dell'edificio partitore;

2° costruire in muratura il fondo e le sponde del canale a dividersi, e per un tratto almeno di 12 o 15 metri a monte del punto di divisione, riducendo al tempo stesso piano e orizzontale il fondo, e verticali le sponde;

3° infine evitare gli spigoli saglienti dei muri, delle vôlte ecc., per non dar luogo a contrazioni ineguali nell'acqua che passa nei varii rami; come anche gli acquedotti coperti e i tubi di condotta, perchè in essi l'efflusso non s'opera egualmente come nei canali e acquedotti scoperti.

Ecco ora nella figura 174ª la pianta e la sezione verticale d'un partitore destinato a dividere un corso d'acqua in due rami eguali.

Quando poi si volesse dividere il corso principale in 4 parti eguali, converrebbe dividerlo prima in due parti, e poi ciascuna in due altre,

seguendo nella costruttura del partitore di ciascuna di esse, le prescrizioni medesime osservate nella costruttura del primo partitore.

808. Distribuzione delle acque. — La distribuzione delle acque è un problema importantissimo d'architettura idraulica, e al quale lo scopo stesso di quest'opera ma, non mi permette di dare che una limitata soluzione. È perciò che io studio il problema medesimo e nei mezzi coi quali si effettua la distribuzione delle acque, e nella quantità d'acqua necessaria pei varii usi ai quali deve soddisfare una buona distribuzione.

809. Mezzi coi quali s'effettua la distribuzione delle acque. — I principali mezzi con cui s'effettua la distribuzione delle acque, sono i serbatoi, i tubi di condotta, e i *robinetti* o *chiavi*.

810. Serbatoi per la distribuzione delle acque. — I serbatoi sono situati nel punto più elevato della zona di terreno in cui deve farsi la distribuzione, perchè così l'acqua possa giungere in qualsiasi punto della zona medesima, per sola virtù del proprio peso. In essi poi sono condotte le acque, o a mezzo d'acquedotti, allorquando si possono trovare abbondantemente alle medesime altezze, o a mezzo di macchine mosse da cavalli, da uomini, o dal vapore, quando le sorgenti siano a livello eguale o anche inferiori del luogo in cui le acque hanno a distribuirsi.

I serbatoi servono a compensare le irregolarità che possono avvenire nel consumo, accumulando nella notte, o nelle interruzioni del servizio le acque condotte dagli acquedotti, o elevate dalle macchine, e a provvedere così in caso di bisogno un volume d'acqua che può essere anche superiore a quello fornito regolarmente dalle sorgenti o dalle stesse macchine. La loro capacità ha dunque da essere determinata in base alle eventualità che possono sempre mai presentarsi, e in base alla quantità d'acqua che le medesime richiederebbono, e che segnalerò meglio in avanti.

Altri serbatoi, e certo più piccoli in volume, si dispongono ancora lungo i condotti di distribuzione, e a distanze di m 100 l'uno dall'altro, per così ricevere in essi l'acqua della parte superiore, e riversarla nel ramo inferiore.

Ciascuno di questi serbatoi può essere diviso in due o anche in quattro camere, sovrapposte ed adiacenti le une alle altre, e ciascuna ha da avere nel suo fondo uno scaricatoio munito di robinetto o chiave per così poterle vuotare, e poter far disperdere per esso il limo che le acque avranno depositato nel fondo del serbatoio medesimo. Ad ottenere poi maggior deposito è bene collocare i serbatoi nei punti più bassi, seguitamente delle risvolte verticali, valendo queste a rallentare il moto delle acque, e conseguentemente ad agevolare il deposito delle torbida.

I serbatoi si possono costruire in muratura o in lamine di ferro. I

primi sono adoperati per volumi d'acqua considerevoli, e quantunque siano costruiti in calcestruzzo, o con muratura e malte di calce idraulica, pure hanno il fondo e le pareti rivestite d'un intonaco di buon cemento. Le dimensioni in grossezza del fondo stesso e delle stesse pareti, comunque varino a seconda della qualità delle terre su cui poggia il fondo, e dell'altezza delle acque, e comunque si possano determinare a mezzo del calcolo, pure usasi in pratica di fare il fondo grosso per m 0,30 a m 0,70 secondo la qualità del terreno su cui poggia e l'altezza delle acque, e le pareti grosse in media per 2/3 dell'altezza delle acque che esse rinchiudono.

Siccome a lasciare scoperti questi serbatoi, si pericola di farvi gelare le acque nell'inverno, e di mescolarvi la polvere e quanto altro trasporta il vento, così è bene ricoprirli d'una vòlta o di piccole vòlte leggiere sostenute da pilastri che s'innalzano sul fondo degli stessi serbatoi.

I serbatoi in lamine di ferro si costruiscono unicamente per piccoli volumi d'acqua, con fondo piatto, e con pareti circolari di spessore variabile a seconda dell'altezza. Comunemente usasi di impiegare lamine grosse 3 millimetri nel terzo inferiore, 2 millimetri e mezzo nel terzo di mezzo, e 2 millimetri solamente nel terzo superiore. Il fondo però si costruisce con lamine ancora più grosse di 3 e 4 millimetri, dovendosi poggiare sopra travi, o sopra pilastri in muratura per così aver modo di visitarlo esternamente di quando in quando, e poterlo ricoprire di qualche intonaco per salvarlo dalla ruggine.

Se il serbatoio non è racchiuso in un vano di muratura, conviene ricoprirlo in qualche modo, e circondarlo di materie poco conduttrici, come paglia o fieno, affine di conservare le acque in una uniforme temperatura.

I tubi per la distribuzione delle acque, sono generalmente di legno, di terra cotta, di cemento, di pietra naturale, di piombo, di ghisa, o di ferro.

811. Tubi o condotti per la distribuzione delle acque. — I tubi o condotti di legno si formano con lunghi e grossi fusti di ontano, di quercia, o anche d'olmo, forandoli lungo l'asse e lasciando le pareti grosse per 3 centimetri, oltre la grossezza dell'alburno e della corteccia dello stesso fusto.

I tubi di terra cotta o laterizi, si confezionano a mezzo di stampi, e dopo essiccati al modo stesso dei mattoni, si cuociono nelle fornaci di questi.

Quelli di cemento si formano anch'essi a mezzo d'uno stampo, e con un impasto di cemento e di sabbia.

I tubi di pietra invece si formano con blocchi di pietra naturale perforati ad arte. La pietra molto usata è il gres.

I tubi di piombo si fanno di getto, oppure con lamine tirate a martello, e ridotte a forma di canna o tubo del richiesto diametro, e quindi saldate a stagno nella commessura longitudinale.

I tubi infine di ghisa e quelli di ferro, si formano di getto i primi, e con lamine saldate o chiodate i secondi. Questi ultimi, allorquando sono costruiti col metodo del signor *Chameroy*, e il quale per maggior durata e solidità li ricopre internamente ed esternamente con uno strato di bitume mescolato con calce, sabbia, e resina, e hanno il diametro compreso fra m. 0,27 e m. 0,40, non hanno di spessore più di 1 o 2 millimetri (1).

Oltre i tubi rettilinei, si costruiscono d'ogni sorta tubi e condotti ad asse curvilineo, necessari per raccordare fra loro i tubi rettilinei che corrono per differente direzione. Quando però la curva con cui debbesi effettuare un raccordamento sia di raggio considerevole, puossi conformare la curva con tubi rettilinei inclinati leggermente fra loro.

312. Unione dei differenti tubi, e loro maggior impiego. — Occorrendo ordinariamente dei tubi maggiori in lunghezza a quelli che di qualunque sorta offre il commercio, è d'uopo innestare due o più tubi l'uno nell'altro per così raggiungere la voluta lunghezza. Siffatta unione però dei tubi si fa differentemente, e secondo la materia di cui è formato il tubo stesso.

L'unione dei tubi di legno si fa innestando le estremità di due tubi consecutivi l'uno nell'altro, ridotte però prima l'una a imbuto, l'altra a tronco di cono, per così renderne maggiore il contatto, e più perfetto l'incastro o l'unione.

Per assicurare poi lo stesso incastro usasi di saldarlo a freddo e a mezzo d'un mastice formato con grasso di montone pestato in un mortaio, e mescolato a polvere laterizia fino a rendere una pasta molle ed omogenea. Di questo stesso mastice si fa uso per stuccare le fenditure che, o in principio, o in progresso di tempo si mostrassero nelle pareti degli stessi tubi.

L'impiego dei tubi di legno è limitato alle piccole distribuzioni da farsi in paesi di montagna, ed ove abbondino le piante adatte a siffatto genere di condotti.

I tubi di terra cotta, di cemento, o di grès si innestano dal pari gli uni negli altri, avendo pur essi le estremità adatte per entrare l'una nell'altra. L'incastro poi di detti tubi si assicura con malta idraulica, con cemento di efficacia esperimentata, o infine con mastice formato da

(1) Veggasi il *Dictionnaire des Arts et Manufactures* par M. Ch. Laboulaye, tomo secondo all'articolo *Tuyau*. — Parigi 1870.

otto parti di calce finissima e una parte di tartaro di botte mescolate con olio di noce ovvero di lino, come ne insegna il *Masi* (1) e ne riferisce il *Cavalieri*.

L'impiego di questi tubi, e fino a che debbasi condurre l'acqua per tratti rettilinei, è certo maggiore di quelli di legno, e per economia possono anche preferirsi a quelli di ferro e di ghisa, che di presente e a buona ragione si stimano i migliori.

I tubi di piombo si uniscono fra loro con saldatura di stagno, e si impiegano generalmente nelle piccole diramazioni.

I tubi infine di ghisa e di ferro, si congiungono secondo uno dei due seguenti metodi, a *briglia* cioè e ad *incastro*. Il primo è particolarmente usato pei tubi di ghisa, il secondo tanto pei tubi di ghisa che di ferro.

La congiunzione a briglia, consiste nell'unire i tubi capo a capo, e nel frapporre ad essi delle ruotelle di piombo munite di tre o quattro fori praticati a eguali distanze, e che si fanno corrispondere ai fori esistenti nei risalti di cui sono armati gli estremi dei tubi a congiungersi. La ruotella di piombo è accompagnata da altre simili di cuojo o di feltro poste all'una e all'altra parte, ed è poi tenuta saldamente a posto a mezzo di chiovarde che traversano i fori di cui essa è munita, e quelli corrispondenti dei risalti, come mostra la fig. 175ª.

La congiunzione ad incastro pei tubi di ghisa, si opera facendo terminare ciascun tubo con un rigonfiamento da un estremo, atto a ricevere l'estremità del tubo con cui vuol unirsi, e riempiendo quindi il vano compreso fra la superficie interna del rigonfiamento e l'estremo del tubo che il rigonfiamento medesimo riceve, o con filacce e funicella incatramata, oppure la parte inferiore con filacce e funicelle incatramata, e la parte superiore riempita di piombo colato nel vano medesimo e sopra le filacce, da un foro praticato in uno strato d'argilla che si pone ad arte per chiudere il giro del vano compreso dal rigonfiamento. Colato il piombo, si leva l'argilla, e quello si comprime entro il vano a colpi di martello.

L'incastro poi pei tubi di ferro, e il quale è dovuto al sig. *Chameroy*, si effettua, munendo l'estremo del tubo che deve entrare dentro il successivo di alcune scanalature circolari e d'un risalto che si cuopre con quattro o cinque giri di piccola corda incatramata, mentre le sovraposte scanalature si riempiono di filo di lino impregnato di cera o di sego. Ricoperte quindi le due parti che debbono venire a contatto con un composto di piombaria e grasso di majale, si fa entrare l'estremo d'un tubo dentro l'altro, ponendo prima i due tubi in direzione rettilinea, e

(1) *Masi, Teoria e pratica di Architettura Civile.*

battendo quindi sull'estremità libera del tubo che deve entrare, e meglio sopra un pezzo di legno messo sopra la stessa estremità.

813 Robinetti o chiavi. — In un buon sistema di distribuzione occorre un gran numero di robinetti o chiavi, differentissimi nelle funzioni gli uni dagli altri. Alcuni difatti servono a isolare una parte dei condotti dagli altri, e questi diconsi perciò robinetti *d'arresto*, altri invece sono collocati nei punti più bassi di alcuni condotti appositamente per poterli vuotare, ed essi diconsi robinetti di *vuotamento*, altri infine sono collocati in tutti quei punti dei condotti da cui l'acqua affluisce nell'aria, ed essi diconsi robinetti di *servizio*.

I robinetti d'arresto soglionsi collocare all'origine di tutti i condotti secondari, affinchè il servizio del condotto principale non risenta i danni delle linee secondarie.

Il volume poi di questi robinetti varia secondo la loro destinazione. I robinetti d'arresto sono d'ordinario della grossezza del condotto a cui sono applicati, mentre gli altri robinetti tanto per vuotamento che per servizio sogliono essere proporzionati al volume delle acque che essi debbono esitare.

814 Disposizione dei tubi o dei condotti. — I tubi e condotti per la distribuzione delle acque, si dispongono generalmente sotto terra, sia entro piccole botti o gallerie sotterranee in muratura, per salvarli da quei danni ai quali lo scuotimento e la compressione del terreno soprastante li pongono non di rado in pericolo, sia liberi, ma ad una profondità non minore di 1 metro per ovviare al meglio ai danni medesimi.

È bene poi che essi abbiano una costante inclinazione dal serbatoio di dispensa ai diversi punti d'erogazione, svolgendone l'andamento anche per una via più lunga e tortuosa, pur di avviare a quei particolari declivii che obbligassero a far risalire il condotto con una contraria inclinazione, essendo le risvolte verticali causa notevole di rallentamento nel moto delle acque per entro i tubi, e di pressione maggiore sulle pareti dei medesimi. Spesso, e allo scopo di disporre il condotto nel miglior modo, quando la conformazione del suolo non ne permettesse di conseguire l'intento, si dispongono i tubi e condotti anche sopra terra, assicurandoli ai muri delle case o alle altre fabbriche che si prestassero meglio all'uopo.

Le tortuosità nelle quali il costruttore si vedrà obbligato di disporre in parte l'andamento del condotto, è necessario che siano secondo curve di raggio quanto più grande, oppure secondo gomiti ad angolo molto ottuso, per così ovviare al rallentamento nel corso delle acque causa i gomiti ad angolo acuto o retto, o le curve di piccolo raggio.

Un ultimo apparecchio di cui è necessario munire i tubi di condotta

sono gli sfiatatoi, necessarii per cacciar l'aria dai condotti stessi, e che ove non potesse esalarsi si raccoglierebbe in gran volume in qualche punto della conduttura, impedendo in tutto o in parte la portata, e cagionando anche una maggior pressione nelle pareti dei tubi per cui questi anderebbero a pericolare.

Gli sfiatatoi è bene siano disposti nei punti culminanti delle stesse condutture, riunendosi in esse il maggior volume dell'aria, causa la sua minor densità a fronte dell'acqua. Essi poi si costruiscono o a *galleggiante*, oppure a mezzo d'un tubo ordinariamente di piombo, che s'innesta in un foro circolare praticato sul dorso del condotto, e che racchiuso in una colonnetta apposita di muratura, o in qualche parte d'un edifizio che possa a caso trovarsi nel corso della stessa conduttura, per così reggerlo in posizione verticale e garantirlo da ogni offesa, si fa salire sino al livello dell'acqua nel serbatoio prossimo superiore, ritorcendone però lo sbocco libero a modo da farlo guardare in basso per ovviare che vi cadano entro dei corpi che possano ostruirlo. Gli sfiatatoi a galleggiante, e i quali sono particolarmente usati nei condotti di ghisa, constano d'un vaso cilindrico di ghisa o di rame, alto d'ordinario fra i metri 0,30 ai metri 0,35 e col diametro di m. 0,20, il cui fondo superiore è piano, ed ha nel suo mezzo praticato un foro destinato all'uscita dell'aria, e a cui corrisponde un bottone o turacciolo di bronzo saldato con una verga ad un galleggiante sferico che rimane dentro il vaso in modo però che non possa muoversi che alternativamente nel senso dell'asse dello stesso cilindro. Questo poi nella base inferiore termina in un tubo cilindrico di m. 0,10 il quale s'innesta con unione a briglia nel condotto in cui si applica lo sfiatatoio. Ora allorquando il condotto è in carico, l'acqua entrando nello sfiatatoio solleva il galleggiante, e chiude per mezzo di questo il foro d'uscita dell'aria; per cui o questa si equilibra colla pressione che tiene sollevato il galleggiante, e l'acqua corre nel tubo senza pericolo di sorta, oppure vince la pressione dell'acqua, e respingendola nel condotto permette s'abbassi il galleggiante, il quale apre il foro d'uscita all'aria, fino a che non si richiuda per la riacquistata pressione dell'acqua (1).

845. Quantità d'acqua necessaria per una buona distribuzione. — Una buona distribuzione deve poter offrire giornalmente tutta la quantità d'acqua che i varii usi, ai quali deve soddisfare la distribuzione medesima, possono richiedere.

---

(1) In proposito alla distribuzione delle acque e per quanto riguarda il movimento dell'acqua nei tubi di condotta semplici e composta, alle varie resistenze che l'acqua vi prova, alle grossezze a darsi ai tubi medesimi ecc., veggasi il già ricordato libro: *Trattato d'Idrometria* del cav. prof. *Domenico Turazza*.

Ora tre generalmente sono gli usi pei quali è richiesta l'acqua, in un centro di popolazione, e cioè: per *uso domestico*, per *uso industriale*, per *uso comunale*.

a) *Usi domestici*. — In media, una buona distribuzione d'acqua deve offrire all'uomo e per i suoi usi domestici da 60 a 150 litri al giorno secondo il grado di maggiore civiltà e le abitudini di vita sociale, a cui è educato il centro di popolazione per cui l'acqua è richiesta.

In generale i principali usi domestici dell'acqua sono i seguenti:

Per bibita tanto degli uomini che degli animali,
Per cuocere le vivande,
Per servizio di cucina,
Per lavare la lingeria,
Per pigliar bagni,
Per pulire i canali di scolo, ed alimentare le latrine,
Per inaffiare infine i cortili e i giardini.

b) *Usi industriali*. — La quantità dell'acqua per gli usi industriali varia secondo l'attività del centro di popolazione, secondo le condizioni locali, e secondo l'avvenire del centro stesso. In media però, e basandomi sulle quantità d'acqua richieste per individuo nelle principali città industriali dell'Inghilterra, limito l'acqua necessaria alle città industriali d'Italia e per individuo, dei 12 ai 15 litri giornalmente.

c) *Usi comunali*. — I principali usi per cui un centro di popolazione richiede l'acqua per servizi comuni sono i due seguenti:

Per inaffiare le strade,
Per estinguere gl'incendj.

La quantità d'acqua necessaria ad inaffiare le strade, calcolasi per una formula pratica determinata in base all'osservazione, che il miglior servigio che possa farsi in proposito è quello di riempire tutta la superficie della strada a inaffiarsi d'uno strato d'acqua alto per m. 0,0025.

Ora dicendo L la lunghezza della strada a inaffiarsi, l la sua larghezza, e supponendo che vogliasi inaffiare 3 volte al giorno, il volume delle acque richiesto sarà espresso da

$$V = L \times l \times 0^{m},0025 \times 3$$

Facendo l'egual calcolo per ciascuna strada, e addizionando i rispettivi volumi, si avrà nella somma dei medesimi il volume totale d'acqua necessario per inaffiare le strade d'una città.

Per domare un incendio è d'uopo poter disporre di un getto d'acqua capace di raggiungere i tetti più alti della città, non mancando d'essere sempre una quantità considerevole, e dalla comune dei pratici fissata in 10 getti a minuto primo, e ciascuno d'un terzo di metro cubo.

Ora per avere ciascuno di questi getti, l'esperienza ne dice occorre nei tubi di distribuzione, una pressione di 30 metri d'altezza per lo meno e un diametro al foro d'efflusso di m 0,005.

Adunque il volume d'acqua necessario per domare gli incendi non può esser meno di 180 metri cubi per ora, volume questo che dupl... e quadruplicato ancora usasi di tenere serbato nelle varie fontane pubbliche che adornano la città, le più piccole delle quali, e per solo servizio della città hanno bisogno di 40 a 60 metri cubi d'acqua all'ora.

Infine nella determinazione del volume dell'acqua necessaria per eseguire una buona distribuzione in un centro di popolazione, è d'uopo prendere per base del calcolo che rifletta parecchi degli usi e' quali l'acqua dovrà impiegarsi, non la popolazione presente, sibbene la medesima aumentata del suo quarto, per così poter far fronte a tutti i bisogni occasionali

Dovendo così determinare il volume d'acqua necessario per distribuirla in una città di 80 mila abitanti, debbesi pigliare a base del calcolo il numero 100 mila abitanti

FINE DELLA SECONDA PARTE.

Fig 44
Fig 45
Fig 46
Fig 60
Fig 61
Fig 62
Fig 76
Fig 75
Fig 77
Fig 78

Fig. 95
Fig. 113
Fig. 114
Fig. 115

Fig 147
B

Fig. 159
Fig. 164
Fig. 174
Fig. 169

TRATTATO DI COSTRUZIONE

DETTATO

SECONDO LE NORME DEL PROGRAMMA GOVERNATIVO

con una Appendice ove si dà

la RELAZIONE, i TIPI, il COMPUTO METRICO,

l'ANALISI DEI PREZZI, la STIMA e il CAPITOLATO D'APPALTO

d'una Casa Civile

FRANCESCO NONNIS-MARZANO

PROFESSORE DI COSTRUZIONE

MECCANICA APPLICATA E GEOMETRIA DESCRITTIVA

NEL R. ISTITUTO TECNICO DI FORLÌ

OPERA

DEDICATA A SUA ECCELLENZA IL COMMENDATORE

STEFANO CASTAGNOLA

MINISTRO D'AGRICOLTURA, INDUSTRIA E COMMERCIO

Parte III.ª

Con quattro grandi tavole

STABILIMENTI CIVELLI

FIRENZE,

Via Panicale, N. 39.

MILANO Via Stella, 9 | ROMA Foro Traiano 37 | TORINO Via S. Anselmo 11 | VERONA Ponte Navi, via Bogare | ANCONA Corso Vittorio Emanuele

1872.